

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PERUBAHAN DESAIN DINDING  
PENAHAN TANAH TERHADAP BIAYA DAN  
STABILITAS**

**(Studi Kasus : Embung Sidorejo, Boyolali, Jawa Tengah)**  
***(EFFECT OF CHANGES IN RETAININGWALL  
DESIGN ON COST AND STABILITY)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**AGAM IRFANDA**

**13511117**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2020**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PERUBAHAN DESAIN DINDING PENAHAN TANAH TERHADAP BIAYA DAN STABILITAS

(Studi Kasus : Embung Sidorejo, Boyolali, Jawa Tengah)  
(*EFFECT OF CHANGES IN RETAININGWALL  
DESIGN ON COST AND STABILITY*)

Disusun Oleh



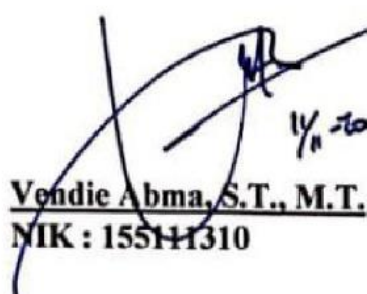
Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 08 Nov 2020

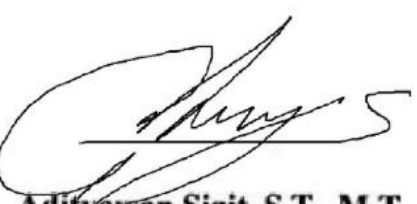
Oleh Dewan Penguji  
Penguji I

Pembimbing I

Penguji II

  
Vendie Abma, S.T., M.T.  
NIK : 155111310


  
Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D  
NIK : 005110101

  
Adityawan Sigit, S.T., M.T  
NIK : 155110108

Mengesahkan

Ketua Progam Studi Teknik Sipil



  
Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir., M.T.,  
NIK : 885110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Laporan Tugas Akhir ini bukan karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundangundangan yang berlaku.

Yogyakarta, 11 November 2020



Agam Irfanda

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah Swt. karena berkat rahmat-Nya penulis diberi kekuatan, semangat, kesehatan dan kemampuan sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul *Pengaruh Perubahan Desain Dinding Penahan Tanah Terhadap Biaya dan Stabilitas* (Studi kasus : Embung Sidorejo, Boyolali, Jawa Tengah).

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ;

1. Dr.Ir. Sri Amini Yuni Astuti M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Vendie Abma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir yang selalu memberi motivasi, menasehati, dan membimbing selama proses penulisan proposal berlangsung.
3. Adityawan Sigit, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji I
4. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dosen Penguji II
5. PT Adiguna Mitra Terpercaya yang telah mengizinkan permohonan data untuk penulisan proposal tugas akhir ini.
6. Rizki Budiman, S.T. yang telah membantu mengurus administrasi terkait pengumpulan data, serta memberi dorongan motivasi dan semangat.
7. Papa dan Mama tercinta yang selalu mendo'akan dan memberi semangat sehingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis pun berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan para mahasiswa maupun orang lain.

Yogyakarta, 11 November 2020



Agam Irfanda  
13511117

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR NOTASI	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batsan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Keaslian Penelitian	12
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Dinding Penahan Tanah	13
3.1.1 Tipe –tipe Dinding Penahan Tanah	13
3.1.2 Gaya-gaya yang Bekerja Pada Dinding Penhan Tanah	15
3.1.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah	18
3.1.4 Pemilihan Tipe Dinding Penahan Tanah	22
3.1.5 Kriteria Pemilihan Tipe Dinding Penahan Tanah	23
3.1.6 Rekomendasi Tipe Dinding Penahan Tanah	23
3.3 Manajemen Proyek Konstruksi	27

3.4 Biaya Proyek	28
3.4.1 Rencana Anggaran Biaya	29
3.4.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	30
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>32</b>
4.1 Lokasi Penelitian	32
4.2 Data Penelitian	33
4.3 Tahapan Penelitian	33
4.3.1 Pengumpulan data primer dan data sekunder	33
4.3.2 Analisis Data	34
4.3.3 Pembahasan Hasil Analisis	35
4.3.4 Kesimpulan dan Saran Penelitian	35
4.4 Diagram Alir Penelitian	35
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
5.1 Tipe Dinding Penahan Tanah Terpilih	37
5.2 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah	37
5.2.1 Data Mekanika Tanah	37
5.2.2 Data Beban Gempa	38
5.2.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Eksisting	40
5.2.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi	44
5.3 Analisis Penulangan Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi	49
5.4 Identifikasi Pekerjaan Dinding Penahan Tanah pada Embung	53
5.5 Analisis Biaya Pekerjaan Dinding Penahan	53
5.5.1 Satuan Harga Barang dan Jasa	53
5.5.2 Perhitungan Volume pekerjaan	54
5.5.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	65
5.5.4 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan	71
5.6 Pembahasan	74
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>78</b>
6.1 Kesimpulan	78
6.2 Saran	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian	9
Tabel 3. 1 Nilai faktor Kapasitas dukung Terzaghi	21
Tabel 3. 2 Contoh Analisa Harga Satuan pekerjaan Tubuh Embung	31
Tabel 5. 1 Data Mekanika Tanah Embung Sidorejo	38
Tabel 5. 2 Perhitungan Koeffisien Gempa	39
Tabel 5. 3 Volume Dinding Penahan Tanah Eksisting	40
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Momen akibat Berat Sendiri Dinding Penahan Eksisting	41
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Beban Gempa Dinding Penahan Eksisting	41
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Tekanan Tanah Dinding Penahan Eksisting	42
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada dinding Eksisting	42
Tabel 5. 8 Volume Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi	45
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat berat sendiri Dinding Penahan Beton Berkisi	45
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Beban Gempa Dinding Penahan Beton Berkisi	46
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Tekanan Tanah Dinding Penahan Beton Berkisi	47
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada dinding Beton berkisi	48
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Penulangan Pada Dinding Penahan Tanah	52
Tabel 5. 14 Jenis-jenis Pekerjaan Pada Konstruksi Embung	53
Tabel 5. 15 Harga Satuan Upah	54
Tabel 5. 16 Harga Satuan Barang	54
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Galian dan Timbunan Tanah	55
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Kebutuhan Beton K225	58
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Penulangan Pada Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi dalam satuan Berat (Kg)	63

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting	65
Tabel 5. 21 Analisa Harga Satuan 1m <sup>3</sup> Pekerjaan Galian Biasa Menggunakan Excavator dan Dump Truck	66
Tabel 5. 22 Analisa Harga Satuan 1m <sup>3</sup> Pekerjaan Timbunan	66
Tabel 5. 23 Analisa Harga Satuan 1m <sup>3</sup> Pekerjaan Pemasangan	67
Tabel 5. 24 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m <sup>3</sup> Batu Kosong	67
Tabel 5. 25 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m <sup>3</sup> Acian	68
Tabel 5. 26 Analisa Harga Satuan Plesteran 1cm dengan Mortar tipe S	68
Tabel 5. 27 Analisa Harga Satuan 1m <sup>3</sup> Pekerjaan Beton K225	69
Tabel 5. 28 Analisa Harga Satuan 100 Kg Pekerjaan Pembesian	69
Tabel 5. 29 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1m <sup>2</sup> Bekisting	70
Tabel 5. 31 Rencana Anggaran Biaya Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi	72
Tabel 5. 32 Rencana Anggaran Biaya Dinding Penahan Eksisting	73
Tabel 5. 33 Perbandingan Gaya dan Momen yang Bekerja Pada kedua tipe dinding penahan Tanah	74



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Potongan Perencanaan DPT Existing	2
Gambar 3. 1 Dinding Gravitasi dan Dinding Semi Gravitasi	13
Gambar 3. 2 Dinding Penahan Tanah Kantilever	14
Gambar 3. 3 Dinding Penahan Tanah <i>Counterfort</i>	14
Gambar 3. 4 Dinding Tanah Bertulang	15
Gambar 3. 5 Potongan Melintang pada titik P2+50	22
Gambar 3. 6 Dinding Penahan Tanah Kantilever	24
Gambar 3. 7 Sheet Pile Walls	24
Gambar 3. 8 Contiguous piles	25
Gambar 3. 9 Tanah Bertulang	26
Gambar 3. 10 Dinding Penahan Tanah tipe Beton Berkisi	26
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	32
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Penelitian	36
Gambar 5. 1 Nilai Spektral Percepatan Gempa Sungai Gandul	38
Gambar 5. 2 Ilustrasi Gaya-gaya yang Bekerja pada Dinding Eksisting	40
Gambar 5. 3 Ilustrasi Gaya-gaya yang Bekerja pada Dinding Beton Berkisi	44
Gambar 5. 4 Potongan Galian Tanah pada titik P2+50	55
Gambar 5. 5 Potongan Galian Tanah Pada Titik P2+50	55
Gambar 5. 6 Pembagian Kodefikasi dan Luasan Dinding Penahan Tanah	56
Gambar 5. 7 Potongan Denah Pasangan Batu	59
Gambar 5. 8 Perbandingan Biaya Pekerjaan Beton	75
Gambar 5. 9 Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting	76
Gambar 5. 10 Perbandingan Biaya Pekerjaan Tanah	77
Gambar 5. 11 Perbandingan Biaya Pekerjaan Pembesian	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Desain Rencana Embung Sidorejo

Lampiran 2. Data Desain Rencana Embung dengan Menggunakan Dinding  
Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi

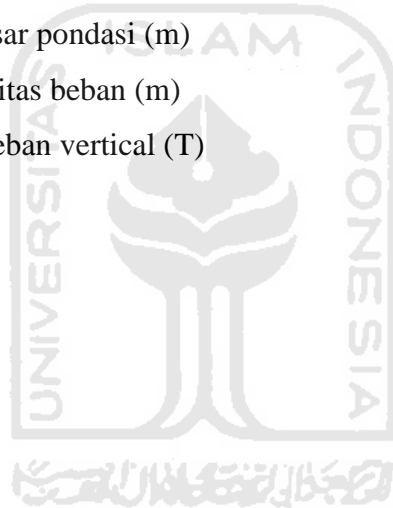
Lampiran 3. Analisa Harga Satuan Peraturan Menteri PUPR no 28 Tahun 2016



## DAFTAR NOTASI

$W_i$	= Berat sendiri bangunan (T)
$\gamma$	= Berat Jenis (Ton/m)
$V_i$	= Volume pada pias ke I ( $m^3$ )
$M$	= Momen akibat berat sendiri (T/m)
$L$	= Jarak dari titik yang ditinjau (m)
$E_i$	= gaya gempa pada pias ke I (Tm)
$C_v$	= Koefisien geser dasar
$W_i$	= berat bangunan pada pias I (T)
$h$	= tinggi pias (m)
$k$	= Koeffisien gempa
$ME_i$	= momen akibat gaya gempa (Tm)
$E_i$	= gaya gempa (T)
$L$	= jarak pusat masa ke titik yang ditinjau (m)
$T_a$	= Tekanan tanah aktif / pasif (T)
$\gamma$	= Berat jenis tanah ( $T/m^3$ )
$K_a$	= Koefisien tanah aktif / pasif
$T_h$	= Tekanan air pori
$\gamma$	= Berat jenis air ( $T/m^3$ )
$T_h$	= Tekanan air pori
$\gamma$	= Berat jenis air ( $T/m^3$ )
$h$	= Tinggi Tekanan (m)
$F_{gl}$	= Faktor aman terhadap penggulingan
$\Sigma M_{tahan}$	= jumlah momen yang melawan penggulingan (Tm)
$\Sigma M_{guling}$	= jumlah momen yang menggulingkan dinding penahan (Tm)
SF	= Safety Factor
$F_{gs}$	= faktor aman terhadap pergeseran
$\Sigma R_h$	= tahanan dinding penahan terhadap pergeseran
$\Sigma Ph$	= jumlah gaya horizontal

$C_a$	= adhesi antara tanah dan dasar dinding
$B$	= lebar fondasi (m)
$\delta b$	= sudut gesek antara tanah dan dasar fondasi
$c$	= kohesi tanah (Tm)
$D_f$	= kedalaman pondasi (m)
$\gamma$	= berat volume tanah (Tm)
$B$	= lebar pondasi dinding penahan (m)
$N_c, N_q, N_\gamma$	= factor-faktor kapasitas dukung Terzaghi
$q$	= tekanan akibat beban struktur
$\Sigma W_i$	= Jumlah beban vertical (T)
$B$	= Lebar dasar pondasi (m)
$e$	= Eksentrisitas beban (m)
$V$	= jumlah beban vertical (T)



## ABSTRAK

Pembangunan di Indonesia berkembang secara pesat ditandai dengan banyaknya daerah – daerah di Indonesia yang mengalami kemajuan dalam pembangunan daerah. Salah satunya adalah dengan pembangunan Embung di daerah yang memiliki potensi pertanian yang baik. Embung adalah konstruksi yang memiliki fungsi utama yaitu sebagai bangunan penyimpanan air. Oleh karena itu dalam penelitian tugas akhir ini penulis melakukan analisa mengenai perbandingan biaya pekerjaan dan kestabilan pada dinding antara dinding penahan satu tingkat dan bangunan eksisting (2 tingkat) pada Embung Sidorejo di desa Cepogo Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.

Dalam penelitian ini dilakukan desain ulang bangunan penahan tebing atau dinding penahan tanah menggunakan tipe beton berkisi serta bagaimana pengaruhnya terhadap biaya pekerjaan dan bagaimana perbandingan stabilitasnya. Data penelitian diperoleh dari PT Adi Mitra Terpercaya Consultants berupa gambar desain rencana pembangunan dan data Rencana Anggaran Biaya Embung Sidorejo.

Pada perhitungan stabilitas Parameter kestabilan yang di tinjau yaitu nilai SF terhadap geser, guling dan keruntuhan daya dukung tanah pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih kecil dari dinding penahan eksisting. Rencana Anggaran Biaya dinding penahan tanah ekisting adalah sebesar Rp. 683.148791,88 sedangkan pada Embung eksisting (2 tingkat) adalah sebesar Rp.643.73.165,94,00. Selisih antara kedua model embung adalah Rp.39.675.626. sehingga diperoleh prosentase biaya antara kedua model dinding penahan tanah tersebut adalah 5,81% serta perbandingan biaya 1,06 : 1. Berdasarkan hasil analisis, maka dapat disimpulkan bahwa pengerjaan dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih hemat dari dinding penahan tanah eksisting, hal ini disebabkan karena volume pekerjaan dari dinding penahan tipe beton berkisi lebih kecil serta pemanfaatan penggunaan kombinas material yang lebih ekonomis.

**Kata Kunci** : Rencana Anggaran Biaya, Dinding Penahan Tanah, Stabilitas.

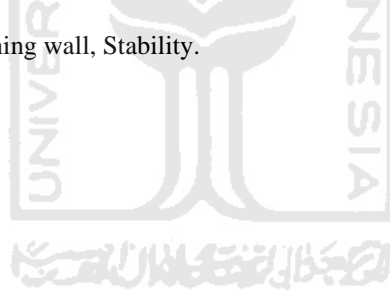
## ABSTRACT

*Development in Indonesia is growing rapidly, marked by the number of regions in Indonesia that have progress in regional development. One of them is the construction of reservoir in areas that have good agricultural potential. The reservoir is a construction that has a main function, as a water storage building, and until now the reservoir function has been developed into a tourist destination. Therefore, in this research, the author analyzes the comparison of costs and stability on the wall between the one-level storey retaining wall and the existing building (2 levels storey) at the Sidorejo Reservoir in Cepogo village, Boyolali Regency, Central Java.*

*In this research, a redesign of retaining cliffs or retaining walls was carried out using the latticed concrete type and how it affects the cost of work and how is the stability comparison. The research data was obtained from PT Adi Mitra Terpercaya Consultants in the form of a design drawing of a development plan and data on the Embung Sidorejo Budget Plan.*

*In the calculation of stability, the stability parameters reviewed are the SF value of the shear, roll and collapse bearing capacity of the soil on the latticed concrete retaining wall smaller than the existing retaining wall. Budget Plan The cost of the existing retaining wall is Rp. 683.148791,88 while the existing Embung (2 levels) is Rp. 643.73,165.94.00. The difference between the two embung models is Rp. 39,675,626. so that the percentage of costs between the two models of retaining wall is 5.81% and the cost ratio is 1.06: 1. Based on the results of the analysis, it can be concluded that the work of latticed concrete retaining walls is more efficient than the existing retaining walls, this is because the dimensions of the latticed concrete retaining wall are much smaller and the use of materials is more economical.*

**Keywords:** Budget Plan, Retaining wall, Stability.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

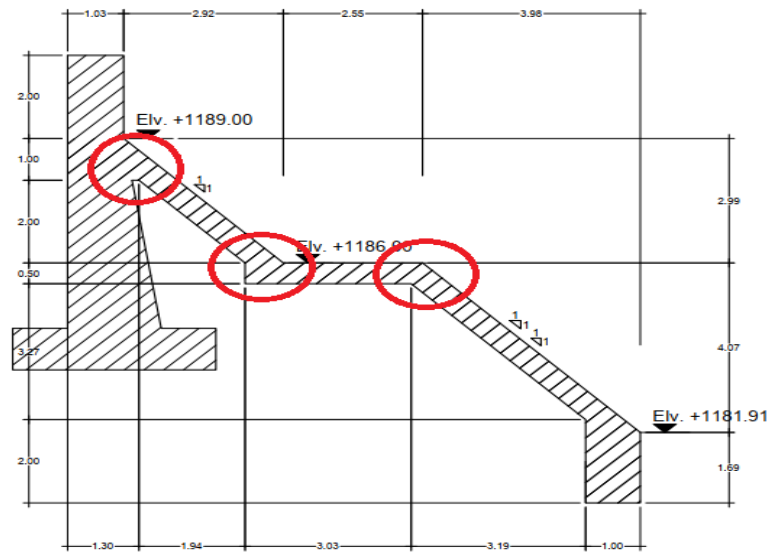
Dalam suatu proyek konstruksi, manajemen proyek harus dapat mengikuti berbagai macam tantangan yang terus berkembang. Manajemen proyek dalam dunia konstruksi digunakan agar pemanfaatan sumberdaya menjadi lebih efektif serta efisien dalam mencapai tujuan. Beberapa fungsi manajemen diantaranya adalah Perencanaan (*Planning*), Pengorganisasian (*Organizing*), Pengarahan (*Actuating*), serta Pengendalian (*Controlling*).

Salah satu aspek penting dalam manajemen konstruksi adalah biaya konstruksi yang harus dikelola secara baik dan efisien agar suatu proyek konstruksi dapat berjalan baik dan sesuai dengan perencanaan.

Menurut Nugraheni (2016), Rencana Anggaran Biaya adalah perkiraan perhitungan biaya total yang diperlukan berdasarkan perkiraan biaya tiap-tiap pekerjaan dalam proyek konstruksi. Rencana Anggaran Biaya (RAB) harus direncanakan dengan baik karena memiliki peranan yang sangat penting dalam berlangsungnya pelaksanaan proyek konstruksi.

Pencapaian efektifitas dan efisiensi anggaran dicapai apabila hasil desain perencanaan suatu bangunan fisik memiliki biaya pembangunan yang wajar namun memiliki segi manfaat yang optimum. Dalam penelitian ini akan dilakukan studi kasus terhadap Embung Sidorejo. Embung ini terletak di kawasan desa Genting, kecamatan Cepogo, kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Konstruksi tubuh embung merupakan dinding penahan tanah yang sekaligus berfungsi sebagai penahan tanah.

Tahap perencanaan Embung Siderojo didesain dengan tubuh embung dengan dua tingkat dinding penahan dengan tinggi 10,5 m dari dasar pelat fondasi serta dinding embung yang direncanakan sepanjang 30 meter menggunakan material beton bertulang dengan mutu beton K-175 dengan tulangan jarring (*wiremesh*) seperti pada gambar 1.1 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 1. 1 Potongan Perencanaan DPT Existing**  
(Sumber : Proyek Pembangunan Embung Sidorejo)

Dinding penahan tanah diatas merupakan salah satu jenis kombinasi bangunan penahan tanah dengan 2 tingkat. Pada bentuk bangunan penahan tanah diatas, terdapat dua daerah kritis yaitu sendi plastis, yang memiliki potensi keretakan atau bahkan kerusakan pada struktur bangunan penahan tanah tersebut terutama bila terjadi gempa. Kegagalan pada struktur dinding penahan tanah (tubuh embung) menyebabkan malfungsi embung seperti kebocoran tampungan dan longsor pada tebing.

Oleh karena itu, penulis mengusulkan untuk merubah model dari Dinding Penahan Tanah perencanaan ke model yang memiliki sendi plastis yang lebih sedikit, misalnya adalah dinding penahan tanah dengan 1 tingkat dengan menggunakan material yang sama yaitu beton bertulang. Berdasarkan SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik, bangunan dinding penahan tanah haruslah memiliki kestabilan terhadap beberapa parameter yaitu stabil terhadap geser, stabil terhadap guling dan stabil terhadap daya dukung tanah, tetapi dimensi dari dinding penahan tanah juga harus diperhatikan agar lebih ekonomis.

Perubahan model struktur dinding penahan tanah dari 2 tingkat ke 1 tingkat akan menyebabkan adanya perubahan pada rencana anggaran biaya. Semakin kecil nilai Rencana Anggaran Biaya akan semakin baik, karena lebih murah, sehingga



perlu adanya analisis lebih lanjut tentang perbandingan RAB dari desain perencanaan dan desain usulan pada penelitian ini.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat ditemukan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana tingkat kestabilan pada tubuh embung dengan Dinding Penahan Tanah satu tingkat dengan Eksisting (dua tingkat) ?.
2. Bagaimana perbandingan Rencana Anggaran Biaya pada dinding penahan tanah menggunakan 1 tingkat penahan dengan eksisting ( 2 tingkat ) ?.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui bagaimana tingkat kestabilan pada tubuh embung antara satu tingkat dengan eksisting (dua tingkat) .
2. Mengetahui bagaimana Perbandingan Rencana Anggaran Biaya pada dinding penahan tanah menggunakan 1 tingkat penahan dan eksisting (2 tingkat) .

### **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan masalah diperlukan agar penulisan menjadi terarah, terfokus dan bertitik pada tujuan yang akan dicapai. Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah Sebagai berikut.

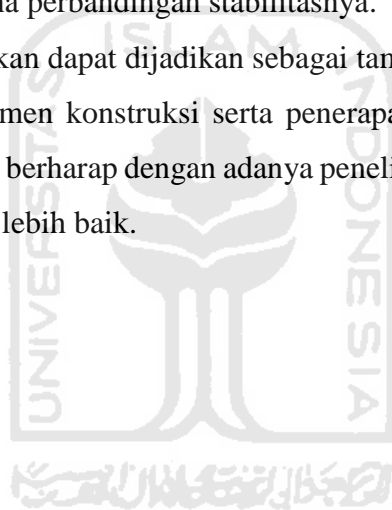
1. Struktur yang akan ditinjau biayanya adalah hanya pada bagian tubuh embung yang berupa tanggul/dinding penahan tanah.
2. Lokasi Embung berada di daerah Sidorejo yang terletak di kawasan desa Genting, kecamatan Cepogo, kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.
3. Data penelitian diperoleh dari PT. Adiguna Mitra Terpercaya berupa RAB proyek, gambar kerja tubuh embung data mekanika tanah serta data topografi lokasi.
4. analisis kestabilan yang ditinjau adalah kestabilan eksternal yaitu berupa Kestabilan geser, Kestabilan guling, dan Kestabilan daya dukung.

5. Pada perhitungan Stabilitas dinding penahan tanah, diasumsikan bahwa kondisi embung tergenang air setinggi muka air banjir.
6. Perhitungan Analisa Harga Satuan pada tubuh embung mengacu pada dari Peraturan Menteri No.28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya studi ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui perbedaan anggaran biaya perencanaan pekerjaan tubuh embung menggunakan satu tingkat dengan dua tingkat (eksisting) dinding penahan serta bagaimana perbandingan stabilitasnya.
2. Untuk peneliti, diharapkan dapat dijadikan sebagai tambahan ilmu pengetahuan mengenai ilmu manajemen konstruksi serta penerapannya langsung pada dunia kerja, serta peneliti juga berharap dengan adanya penelitian ini dapat menjadikan peneliti lain kedepannya lebih baik.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Dalam suatu penelitian, dibutuhkan beberapa sumber referensi yang berhubungan dengan topik yang diamati agar dapat membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk tugas akhir, maka peneliti akan malampirkan beberapa hasil penelitian yang identik yang pernah dilakukan.

1. Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah menggunakan Bronjong dan Pasangan Batu (Studi kasus : Curug Kyaikate, Purworejo).

Penelitian ini dilakukan oleh Mochammad Dany Fauzan (2019) Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan talud yang aman dan mampu menahan beban luapan air curug serta mengetahui perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan talud antara pasangan batu dan bronjong. Langkah pengerjaannya adalah mengumpulkan data proyek yang meliputi data primer berupa harga upah dan bahan, gambar perencanaan beserta tinggi tanah dan tinggi luapan air yang ditahan oleh dinding penahan tanah. Kemudian setelah seluruh data dikumpulkan dapat dilakukan analisa perhitungan. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa anggaran biaya talud beronjong dapat menghemat sebesar Rp.1,402,308 dan waktu lebih singkat sebesar 2 hari dibandingkan talud pasangan batu. Dengan total biaya talud pasangan batu sebesar Rp.22,728,318 dan waktu pelaksanaan tercepat selama 9 hari kerja. Sedangkan talud beronjong dengan total biaya sebesar Rp.21,335,984 dan waktu pelaksanaan selama 7 hari kerja.

2. Analisis Perbandingan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan Antara Upah Harian dan Upah Borongan Dengan Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Pengadaan LED Videotron Jl. Letjen Suprpto, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah).

Penelitian ini dilakukan oleh Ardhi Setiawan (2018) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi biaya pengadaan LED Videotron antara Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah borongan atau Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah harian. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah harian lebih hemat berbanding Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp.101,899,568.9 atau 12,22%, sedangkan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan metode upah borongan lebih hemat sebesar Rp. 117,352,438.3 atau 14,06%. Sedangkan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan metode upah borongan lebih hemat sebesar Rp.15,452,869.4 atau 1,84% dibanding dengan Rencana anggaran Biaya Pelaksanaan metode upah harian.

3. Analisis Kapasitas Tampungan Embung Muaro Jambi di daerah Bukit Mas, Kabupaten Muaro Jambi.

Penelitian ini dilakukan oleh Putri Syarifah Nurjanah (2019). Pada studi ini dilakukan analisis kapasitas tampungan embung dalam memenuhi kebutuhan air baku pada masyarakat setempat. Analisis yang digunakan adalah analisis hujan andalan, kebutuhan air baku, dan kapasitas tampungan embung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketepatan kapasitas tampungan bangunan Embung Muaro Jambi dalam memenuhi kebutuhan air baku masyarakat setempat. Perhitungan kapasitas tampungan embung dapat dihitung dengan menggunakan hujan andalan dengan peluang 80%. Kapasitas volume tampung yang didapatkan adalah sebesar 95987,20m<sup>3</sup> dengan elevasi muka normal +27,7m cukup untuk memenuhi kebutuhan air baku pada masyarakat setempat pada tahun 2035 sebesar 1,0368 liter/detik di sepanjang masa.

4. Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pelat Beton Konvensional dengan Pelat Steeldeck.

Penelitian ini dilakukan oleh Cahyo Budi Utomo (2019). Pada penelitian ini penulis menjadikan pekerjaan pelat lantai sebagai topik dengan jumlah lantai sebanyak 3 lantai, proyek pembangunan ekstensi gedung kuliah MAPRO FPSB Universitas Islam Indonesia. Dalam penelitian ini analisis pekerjaan pelat lantai berdasarkan peraturan SNI dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan

Perumahan Rakyat No.28 Tahun 2016, serta analisis harga steeldeck dan wiremesh yang diperoleh dari CV.LightGroup Indonesia, yang selanjutnya dapat ditentukan Rencana Anggaran biaya pada masing-masing pekerjaan. Gedung kuliah ini dibangun dengan jumlah 3 lantai dan luasan 242,58 m<sup>2</sup> dan luas total pelat lantai adalah 727,784 m<sup>2</sup>. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan biaya pada pelat lantai antara pekerjaan bekisting dan baja tulangan konvensional dengan pekerjaan menggunakan steeldeck dan wiremesh. Hasil analisis ini didapat total biaya pekerjaan pelat lantai konvensional yang terdiri dari 3 lantai sebesar Rp. 337.771.911,07 dan untuk pekerjaan pelat steeldeck dengan menggunakan wiremesh sebesar Rp. 304.272.490,99. Dari hasil analisis didapat selisih biaya pekerjaan pelat lantai sebesar Rp. 33.499.420,08 dimana pekerjaan pelat lantai steeldeck lebih ekonomis 9,92% dibandingkan dengan pekerjaan struktur pelat konvensional.

5. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih.

Penelitian ini dilakukan oleh Nurul Annisa (2018). Pada penelitian ini dilakukan analisis dengan menggunakan program Plaxis, serta perhitungan manual menggunakan teori Rankie. Nilai angka aman dinding pasangan batu pada kondisi muka air normal dengan beban pejalan dan beban gempal sebesar 1,232 dan 1,016, pada kondisi muka air banjir sebesar 1,235 dan 1,015. Angka aman tersebut menunjukkan bahwa lereng sungai dengan dinding pasangan batu tersebut kritis dan tidak stabil sehingga terjadi keruntuhan. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah pada kondisi muka air normal memiliki angka aman stabilitas terhadap penggeseran, penggulingan, dan kapasitas dukung tanah berturut-turut sebesar 4,346; 7,520; dan 4,288. Pada kondisi muka air banjir sebesar 3,885; 6,923; dan 3,590; sedangkan dengan program Plaxis diperoleh angka aman dengan beban pejalan dan beban gempal pada kondisi muka air normal sebesar 2,949 dan 1,563, pada kondisi muka air banjir sebesar 3,027 dan 1,564. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman dan stabil. Dalam perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil untuk lereng variasi 1 didapatkan nilai angka aman pada kondisi muka air normal 2,433 dan

1,579 dan pada muka air banjir 2,494 dan 1,574. Angka aman untuk lereng variasi 2 pada kondisi muka air normal sebesar 2,665 dan 1,569 dan pada kondisi muka air banjir 2,733 dan 1,567. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil aman dan stabil serta dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan pada lereng bantaran sungai Gajah Putih.



**Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian**

No	Nama	Judul	Objek Penelitian	Tujuan	Hasil
1	Fauzan (2019)	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah menggunakan Bronjong dan Pasangan Batu (Studi kasus : Curug Kyai Kate, Purworejo).	Dinding Penahan Tanah Curug Kyai Pete, Purworejo	Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan talud yang aman dan mampu menahan beban luapan air curug serta mengetahui perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan talud antara pasangan batu dan bronjong.	Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa anggaran biaya talud beronjong dapat menghemat sebesar Rp.1,402,308 dan waktu lebih singkat sebesar 2 hari dibandingkan talud pasangan batu. Dengan total biaya talud pasangan batu sebesar Rp.22,728,318 dan waktu pelaksanaan tercepat selama 9 hari kerja. Sedangkan talud beronjong dengan total biaya sebesar Rp.21,335,984 dan waktu pelaksanaan selama 7 hari kerja.
2	Setiawan (2018)	Analisis Perbandingan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan Antara Upah Harian dan Upah Borongan Dengan Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Pengadaan LSD Videotron Jl. Letjen Suprpto, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah).	Pengadaan LCD Videotron, Jl. Letjen Suprpto, Temanggung, Jawa Tengah.	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi biaya pengadaan LED Videotron antara Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah borongan atau Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah harian.	Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Rencana Anggaran Pelaksanaan menggunakan metode upah harian lebih hemat berbanding Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp.101,899,568.9 atau 12,22%, sedangkan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan metode upah borongan lebih hemat sebesar Rp. 117,352,438.3 atau 14,06%. Sedangkan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan metode upah borongan lebih hemat sebesar Rp.15,452,869.4 atau 1,84% dibanding dengan Rencana anggaran Biaya Pelaksanaan metode upah harian.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Nama	Judul	Objek Penelitian	Tujuan	Hasil
3	Annisa(2018)	Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih.	Dinding Penahan Tanah dan Lereng di Bantaran Sungai Gajah Putih.	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai angka aman (SF) dinding pasangan batu, dinding penahan tanah serta merencanakan perkuatan lereng menggunakan geotekstil.	Nilai angka aman dinding pasangan batu pada kondisi muka air normal menunjukkan bahwa lereng sungai dengan dinding pasangan batu tersebut kritis dan tidak stabil sehingga terjadi keruntuhan. sedangkan dengan program Plaxis diperoleh angka aman dengan beban pejalan dan beban gempa pada kondisi muka air normal menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman dan stabil.
4	Syarifah (2019)	Analisis Kapasitas Tampungan Embung Muaro Jambi di daerah Bukit Mas, Kabupaten Muaro Jambi.	Embung Muaro Jambi, Bukit Mas, Jambi	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketepatan kapasitas tampungan bangunan Embung Muaro Jambi dalam memenuhi kebutuhan air baku masyarakat setempat.	Kapsitas volume tampung yang didapatkan adalah sebesar 95987,20m <sup>3</sup> dengan elevasi muka normal +27,7m cukup untuk memenuhi kebutuhan air baku pada masyarakat setempat pada tahun 2035 sebesar 1,0368 liter/detik di sepanjang masa
5	Utomo (2019)	Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pelat Beton Konvensional dengan Pelat Steeldeck.	Pelat Beton Konvensional dan Pelat Beton Steeldeck.	Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan biaya pada pelat lantai antara pekerjaan bekisting dan baja tulangan konvensional dengan pekerjaan menggunakan steeldeck dan wiremesh.	Hasil analisis ini didapat total biaya pekerjaan pelat lantai konvensional yang terdiri dari 3 lantai sebesar Rp. 337.771.911,07 dan untuk pekerjaan pelat steeldeck dengan menggunakan wiremesh sebesar Rp. 304.272.490,99. Dari hasil analisis didapat selisih biaya pekerjaan pelat lantai sebesar Rp. 33.499.420,08 dimana pekerjaan pelat lantai steeldeck lebih ekonomis 9,92% dibandingkan dengan pekerjaan struktur pelat konvensional.



Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No	Nama	Judul	Objek Penelitian	Tujuan	Hasil
6	Irfanda (2020)	Pengaruh Perubahan Desain Dinding Penahan Tanah Terhadap Biaya Dan Stabilitas	Dinding Penahan Tanah Proyek Embung Sidorejo, Boyolali Jawa Tengah	Tujuan penelitian ini adalah membandingkan tingkat stabilitas dinding penahan serta bagaimana pengaruh biayanya.	1. Hasil penelitian ini diperoleh Perhitungan stabilitas pada embung dengan menggunakan tipe beton berkisi diperoleh nilai stabilitas terhadap geser sebesar 7,23, nilai stabilitas terhadap geser sebesar 4,17 serta nilai $q_{maks}$ sebesar 5 T/m <sup>2</sup> , sehingga tinjauan stabilitas terhadap ketiga parameter tersebut adalah aman. Sedangkan pada embung eksisting (2 tingkat) diperoleh nilai stabilitas terhadap geser sebesar 4,75 , nilai stabilitas terhadap guling sebesar 8,02 serta nilai $q_{maks}$ sebesar 20,10 T/m <sup>2</sup> . Tinjauan stabilitas kedua tipe dinding penahan tanah terhadap ketiga parameter stabilitas adalah aman. Sedangkan tinjauan terhadap biaya diperoleh biaya pada pekerjaan dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih murah 5,97 % atau sebesar Rp. 40.771.010,00. dibandingkan dengan menggunakan dinding penahan tanah eksisting ( 2 tingkat).

## 2.2 Keaslian Penelitian

Perbedaan penelitian tugas akhir ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini merupakan analisis perbandingan biaya pekerjaan yang berfokus pada konstruksi tubuh embung berupa dinding penahan tanah, yaitu pada embung dengan dinding penahan satu tingkat dan embung eksisting (dua tingkat). Serta lokasi dan objek penelitian yaitu embung Sidorejo, desa Genting, kecamatan Cepogo, kabupaten Boyolali, Jawa Tengah



## **BAB III LANDASAN TEORI**

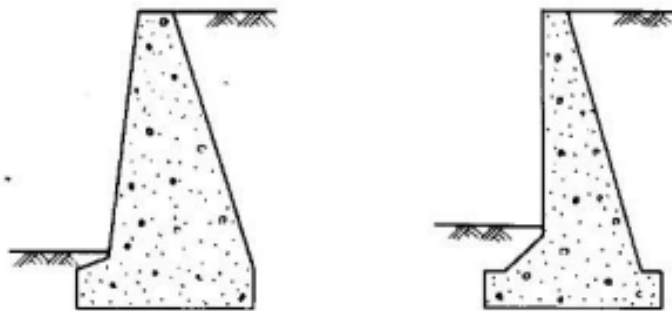
### **3.1 Dinding Penahan Tanah**

Hardiyatmo (2014), Dinding penahan tanah adalah bangunan yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah asli atau tanah urug yang labil. Bangunan ini banyak digunakan pada proyek-proyek irigasi, jalan raya, pelabuhan, dan lain-lainya. Kestabilan dinding penahan tanah diperoleh terutama dari berat sendiri struktur, dan berat tanah yang berada diatas pelat fondasi. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah, sangat bergantung pada gerakan kearah lateral tanah relatif terhadap dinding.

#### **3.1.1 Tipe –tipe Dinding Penahan Tanah**

##### **1. Dinding Gravitasi dan Semi Gravitasi**

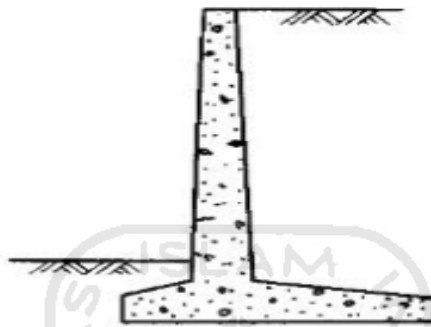
Dinding Gravitasi adalah dinding penahan tanah yang terbuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur. Dinding semi gravitasi adalah dinding gravitasi yang berbentuk agak miring, karena ramping, pada strukturnya diperlukan penulanan beton, namun hanya bagian dindingnya saja. Tulangan beton yang berfungsi sebagai pasak dipasang untuk menghubungkan bagian dinding dan fondasi. Ilustrasi dinding penahan tanah tipe gravitasi dan semi gravitasi dapat dilihat pada gambar 3.6 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 3. 1 Dinding Gravitasi dan Dinding Semi Gravitasi**  
(Sumber : [www.images.google.com](http://www.images.google.com))

## 2. Dinding Kantilever

Dinding kantilver adalah dinding yang terdiri dari kombinasi dinding dan beton bertulang yang berbentuk huruf “T”. Ketebalan kedua bagian relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja padanya. Ilustrasi dinding penahan tanah tipe kantilever dapat dilihat pada gambar 3.7

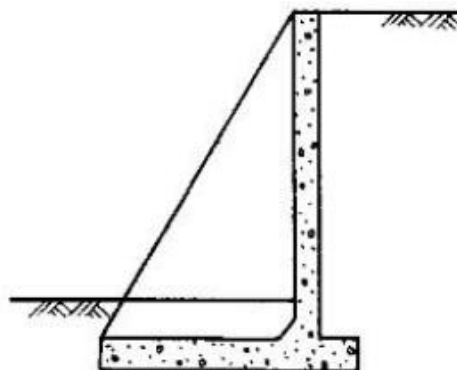


**Gambar 3. 2 Dinding Penahan Tanah Kantilever**

(Sumber : [www.images.google.com](http://www.images.google.com))

## 3. Dinding *Counterfort*

Dinding *Counterfort* adalah dinding yang terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang dibagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Dinding diatas pelat fondasi diantara *counterfort* fiisi dengan tanah urug. Ilustrasi dinding penahan tanah tipe *counterfort* dapat dilihat pada gambar 3.8 pada halaman selanjutnya.

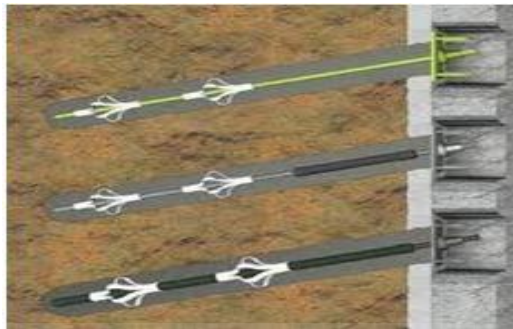


**Gambar 3. 3 Dinding Penahan Tanah *Counterfort***

(Sumber : [www.images.google.com](http://www.images.google.com))

#### 4. Dinding Tanah Bertulang

Dinding tanah bertulang atau dinding tanah diperkuat adalah dinding yang terdiri dari dinding yang berupa timbunan tanah yang diperkuat dengan bahan-bahan tertentu dari geosintetik maupun dari metal.



**Gambar 3. 4 Dinding Tanah Bertulang**  
(Sumber : [Www.ilmutekniksipil.com](http://www.ilmutekniksipil.com))

#### 3.1.2 Gaya-gaya yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah

Dalam melakukan analisa stabilitas pada dinding penahan tanah, terlebih dahulu harus diketahui gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah tersebut. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah secara umum terbagi menjadi dua yaitu gaya vertikal dan gaya horizontal yaitu gaya akibat berat sendiri bangunan (Gaya vertikal), gaya akibat beban gempa (Gaya horizontal), gaya akibat tekanan tanah aktif dan pasif (Gaya horizontal), serta gaya akibat tekanan air pori (Gaya horizontal). Setelah seluruh gaya didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan momen yang terjadi akibat masing-masing gaya tersebut. Momen yang terjadi dapat berupa momen yang menahan bangunan serta momen yang mengguling atau menggeser bangunan.

##### 1. Gaya dan momen akibat berat sendiri (Gaya Vertikal)

Gaya akibat berat sendiri merupakan gaya vertikal yang terjadi pada tubuh dinding penahan tanah serta bekerja sebagai gaya penahan terhadap momen pengguling serta momen geser. Perhitungan gayadan momen akibat berat sendiri dapat dihitung menggunakan rumus:

$$W = \gamma \times V_i \quad (3.1)$$

Dimana :

$W$  = Berat sendiri bangunan (T)

$\gamma$  = Berat Jenis (Ton/m)

$V_i$  = Volume pada pias ke I ( $m^3$ )

$$M = W \times L \quad (3.2)$$

Dimana :

$M$  = Momen akibat berat sendiri (T/m)

$W$  = Berat sendiri bangunan (T)

$L$  = Jarak dari titik yang ditinjau (m)

## 2. Gaya dan momen akibat beban gempa (Gaya Horizontal)

Berdasarkan SNI 8460-2107 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik, persyaratan gempa untuk dinding penahan mengacu pada AASHTO Bridge Design (2012). Evaluasi gaya gempa pada dinding penahan harus dilakukan melakukan pendekatan yang sesuai dengan kondisi dan batasan yang diisyaratkan masing-masing persamaan. Salah satu pendekatan metode perhitungan gempa adalah metode pseudostatik. Metode Pseudostatik adalah merubah gaya yang timbul akibat beban gempa yang berbentuk dinamik dengan menerapkan gaya lateral yang bekerja melalui pusat massa, bertindak ke arah luar lereng. Nilai percepatan gempa dasar diperoleh dari web kementerian umum (Puskim 2011) yang dapat digunakan sebagai acuan dalam merencanakan bangunan gedung dan non gedung. Perhitungan beban gempa pada dinding penahan menggunakan persamaan berikut ini :

$$E_i = C_v \times (W_i \times h_i^k) \quad (3.3)$$

$$C_v = \frac{\Sigma(W \times h^k)}{(W_i \times h_i^k)} \quad (3.4)$$

Dimana :

$E_i$  = gaya gempa pada pias ke I (Tm)

$C_v$  = Koefisien geser dasar

$W_i$  = berat bangunan pada pias I (T)

$h$  = tinggi pias (m)

$k$  = Koeffisien gempa

Perhitungan Momen akibat gaya gempa dapat dihitung dengan rumus berikut ini

$$ME_i = E_i \times L \quad (3.5)$$

Dimana :

$ME_i$  = momen akibat gaya gempa (Tm)

$E_i$  = gaya gempa (T)

$L$  = jarak pusat masa ke titik yang ditinjau (m)

### 3. Gaya dan momen tekanan tanah aktif dan pasif (Gaya Horizontal)

Tekanan tanah aktif adalah gaya yang bekerja pada dinding akibat tanah di belakang dinding, sedangkan tekanan tanah pasif adalah tekanan yang terjadi pada bagian muka dinding. Tekanan tanah aktif berperan untuk mendorong atau menggulingkan bangunan dinding penahan tanah sedangkan tekanan tanah pasif bekerja berlawanan dengan tekanan tanah aktif. Perhitungan gaya dan momen pada tekanan tanah aktif / pasif dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Tx = 0,5 \times \gamma_{tnah} \times h \times K \quad (3.6)$$

Dimana :

$Ta/Tp$  = Tekanan tanah aktif / pasif (T)

$\gamma$  = Berat jenis tanah (T/m<sup>3</sup>)

$H$  = Tinggi tekanan (m)

$K$  = Koeffisien tanah aktif / pasif

$$M = Tx \times L \quad (3.7)$$

Dimana :

$M$  = Momen akibat tekanan tanah (T/m)

$Tx$  = Gaya akibat tekanan tanah aktif / pasif (T)

$L$  = Jarak dari titik yang ditinjau (m)

#### 4. Gaya dan momen tekanan air pori dalam tanah (Gaya Horizontal)

Perhitungan gaya dan momen yang terjadi akibat tekanan air pori dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Th = 0,5 \times \gamma_{air} \times h \quad (3.8)$$

Dimana :

$Th$  = Tekanan air pori

$\gamma$  = Berat jenis air ( $T/m^3$ )

$h$  = Tinggi Tekanan (m)

$$M = Th \times L \quad (3.9)$$

Dimana :

$M$  = Momen akibat tekanan air pori (T/m)

$Th$  = Gaya akibat tekanan air pori (T)

$L$  = Jarak dari titik yang ditinjau (m)

### 3.1.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Dalam melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah, terdapat beberapa data-data yang diperlukan, seperti data properties tanah, data koefisien gempa serta peta topografi. Setelah data-data yang diperlukan telah terkumpul barulah dapat dilakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah. Analisis stabilitas dinding penahan tanah harus meninjau beberapa parameter yang harus dipenuhi. Parameter tersebut adalah stabilitas penggulingan, stabilitas pergeseran, serta tekanan tanah yang terjadi pada tanah dasar pondasi tidak boleh melebihi kapasitas dukung ijin

#### 1. Analisis Stabilitas Penggulingan

Analisis stabilitas penggulingan bertujuan untuk mengetahui bagaimana tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug atau tanah asli di belakang dinding penahan. Tanah pada bagian belakang konstruksi cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding



penahan dan momen akibat berat tanah diatas pelat fondasi. Perhitungan stabilitas penggulingan dinding penahan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Fgl = \frac{\Sigma Mtahan}{\Sigma Mguling} > SF \quad (3.10)$$

Dimana :

$Fgl$  = Faktor aman terhadap penggulingan

$\Sigma Mtahan$  = jumlah momen yang melawan penggulingan (Tm)

$\Sigma Mguling$  = jumlah momen yang menggulingkan dinding penahan (Tm)

SF = Safety Factor

Factor aman terhadap penggulingan ( $Fgl$ ) bergantung pada jenis tanah yaitu sebagai berikut :

$Fgl \geq 1,5$  untuk tanah dasar granuler

$Fgl \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif

## 2. Analisis Stabilitas Pergeseran

Analisis stabilitas pergeseran bertujuan untuk mengetahui respon bangunan terhadap momen geser yang diakibatkan oleh tekanan horizontal pada tanah di belakang dinding penahan. Tanah pada bagian belakang dinding akan memberikan tekanan horizontal yang menekan tubuh dinding, Hardiyatmo (2014), menyatakan bahwa gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dasar fondasi dan tekanan tanah pasif bila didepan dinding penahahan terdapat tanah timbunan Perhitungan stabilitas geser dinding penahan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$Fgs = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} > SF \quad (3.11)$$

Untuk tanah yang memiliki nilai  $c$  dan  $\phi$  ( $c > 0$  dan  $\phi > 0$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\Sigma Rh = c_a B + W \tan \delta b \quad (3.12)$$

Dimana :

$F_{gs}$  = faktor aman terhadap pergeseran

$\Sigma R_h$  = tahanan dinding penahan terhadap pergeseran

$\Sigma P_h$  = jumlah gaya horizontal

SF = Safety Factor

Ca = adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = lebar fondasi (m)

$\delta b$  = sudut gesek antara tanah dan dasar fondasi, biasanya diambil  $1/3-2/3\phi$

Factor aman terhadap penggulingan ( $F_{gs}$ ) bergantung pada jenis tanah yaitu sebagai berikut :

$F_{gs} \geq 1,5$  untuk tanah dasar granuler

$F_{gs} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif

### 3. Analisis Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Analisis keruntuhan daya dukung tanah bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon tanah terhadap pembebanan dari tubuh dinding penahan itu sendiri. Dinding penahan tanah harus mampu ditompang oleh kekuatan tanah agar tidak terjadi kegagalan daya dukung tanah. Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah dapat diunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah, seperti persamaan-persamaan kapasitas dukung tanah Terzaghi (1943), Mayerhof (1951,1963), Vesic (1975), dan Hansen (1970). Kapasitas dukung ultimit ( $q_u$ ) dinyatakan dalam persamaan pada halaman selanjutnya.

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0,5B\gamma N_y \quad (3.13)$$

Dengan :

c = kohesi tanah (Tm)

$D_f$  = kedalaman pondasi (m)

$\gamma$  = berat volume tanah (Tm)

B = lebar pondasi dinding penahan (m)

$N_c, N_q, N_y$  = factor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

Nilai faktor kapasitas dukung Terzaghi dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Nilai faktor Kapasitas dukung Terzaghi**

No	$\phi$	$Nc$	$Nq$	$N\gamma$
1	0	5,7	1,0	0,0
2	5	7,3	1,6	0,5
3	10	9,6	2,7	1,2
4	15	12,9	4,4	2,5
5	20	17,7	7,4	5,0
6	25	25,1	12,7	9,7
7	30	37,2	22,5	19,7
8	34	52,6	36,5	35,0
9	35	57,8	41,4	42,4
10	40	95,7	81,3	100,4
11	45	172,3	173,3	297,5
12	48	258,3	287,9	780,1
13	50	374,6	415,1	1153,2

Sumber : Hardiyatmo (2014)

Perhitungan stabilitas keruntuhan dukung tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan pada halaman selanjutnya.

$$q = \frac{V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) \text{ bila } e \leq B/6 \quad (3.14)$$

$$q = \frac{2V}{3(B-2e)} \quad (3.15)$$

Nilai eksentrisitas (e) dapat dihitung dengan rumus :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M}{\Sigma V} \quad (3.16)$$

Dimana :

$q$  = tekanan akibat beban struktur

$\Sigma Wi$  = Jumlah beban vertical (T)

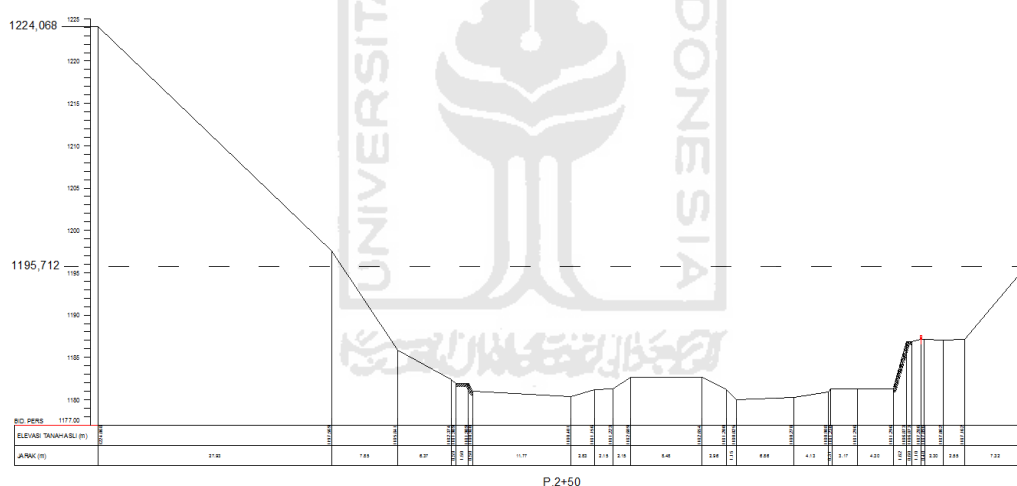
$B$  = Lebar dasar pondasi (m)

$e$  = Eksentrisitas beban (m)

$V$  = jumlah beban vertical (T)

### 3.1.4 Pemilihan Tipe Dinding Penahan Tanah

Dalam merencanakan suatu konstruksi dinding penahan tanah perlu dipertimbangkan kondisi topografi pada lokasi pembangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu kemiringan lereng dan serta ketinggiannya. Pada perencanaan Embung Sidorejo, dinding penahan tanah berfungsi sebagai pengaman tebing dan menjadi tubuh embung itu sendiri. Rencana pembangunan dinding penahan tanah Embung Sidorejo dilakukan pada titik P2+50, dengan ketinggian lereng sisi Utara berada pada elevasi + 1224,068 mdpl dan sisi Selatan berada pada ketinggian +1195,712 mdpl. Selisih ketinggian lereng sisi Utara dan Selatan adalah 28,356 m, sehingga untuk menambah kestabilan lereng pada sisi utara dilakukan pembangunan bangunan gully plug pada titik ini. Dari hasil survey pemetaan di lapangan, didapatkan hasil tampak melintang dan seperti pada gambar 5.1.



**Gambar 3. 5 Potongan Melintang pada titik P2+50**  
(Sumber : Laporan Akhir Perencanaan Embung Sidorejo tahun 2018)

Dalam perencanaan Embung Sidorejo, perbedaan ketinggian antara lereng sisi kanan dan sisi kiri sungai yang cukup jauh menyebabkan perlunya pemilihan metode pelaksanaan pembangunan yang efektif agar biaya pelaksanaan lebih ekonomis, cepat serta mudah dalam pelaksanaannya. Hal-hal lain yang perlu diperhatikan pada saat pelaksanaan yaitu pemilihan metode pekerjaan yang tidak menimbulkan getaran agar tidak terjadi kelongsoran pada tanah tebing.

### 3.1.5 Kriteria Pemilihan Tipe Dinding Penahan Tanah

Dalam memilih jenis atau tipe dinding yang akan digunakan dalam lapangan, hal-hal yang harus dipertimbangkan antara lain sifat-sifat tanah pondasi, kondisi/geometri lokasi, jenis atau macam pondasi, metode pelaksanaan serta nilai ekonomis. Berdasarkan data-data serta pengamatan di lapangan, penulis menjabarkan beberapa kriteria desain yang harus dipenuhi dalam perencanaan dinding penahan tanah yaitu :

1. Dinding harus memiliki kemampuan untuk menyediakan kapasitas untuk menahan semua pengaruh gaya-gaya yang bekerja, baik gaya dalam maupun gaya dari luar serta aman terhadap stabilitas geser, stabilitas penggulingan dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah.
2. Dimensi dinding penahan tanah (tubuh embung) harus ideal, tidak terlalu tinggi agar biaya pekerjaan lebih ekonomis namun tetap kuat.
3. Dinding penahan tanah mudah dikerjakan, cepat dan tidak banyak menggunakan alat berat serta tidak melakukan pemancangan dinding penahan karena dapat menimbulkan getaran yang mengakibatkan kelongsoran tebing lereng.
4. Perawatan dinding penahan tanah haruslah mudah serta tidak memerlukan banyak biaya.

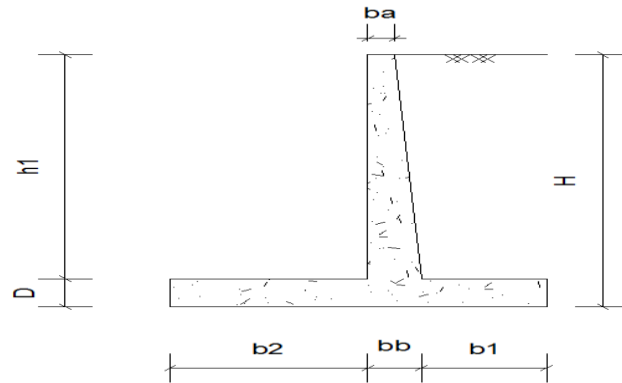
### 3.1.6 Rekomendasi Tipe Dinding Penahan Tanah

Dalam merencanakan perubahan desain tubuh bangunan penahan tanah, perlu dilakukan analisa awal yang berupa pemilihan jenis bangunan penahan tanah yang sesuai dengan kriteria kebutuhan desain. Berikut ini adalah beberapa alternatif desain usulan jenis bangunan penahan tanah yang dapat digunakan dalam pemilihan jenis bangunan.

#### 1. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Dinding penahan tanah tipe kantilever umumnya terdiri dari kombinasi dinding dan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian struktur relatif lebih tipis serta secara penuh diberi penulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Jenis dinding ini sangat ekonomis untuk ketinggian dinding yang berkisar sekitar 8 meter atau lebih. Hardiyatmo (2014) menyatakan bahwa kelebihan dari dinding ini adalah

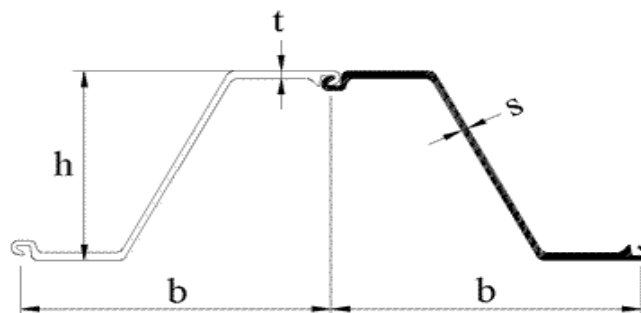
bentuknya yang tipis, sehingga lebih ekonomis serta pelaksanaan yang mudah dan tidak banyak melibatkan alat berat.



**Gambar 3. 6 Dinding Penahan Tanah Kantilever**

## 2. Sheet Pile Walls

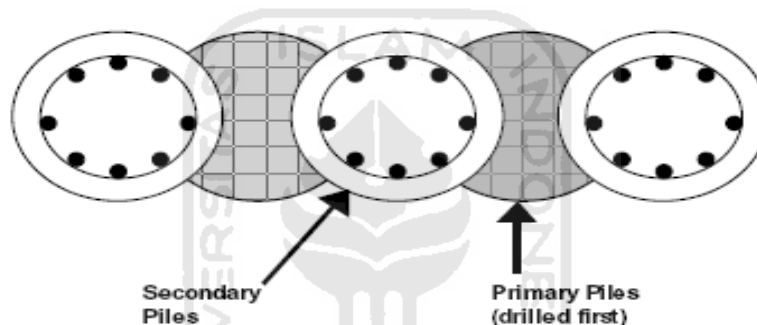
Sheet pile merupakan material konstruksi yang berbentuk lembaran yang ditanamkan pada tanah secara vertikal untuk menahan tanah secara vertikal agar tidak terjadi longsor. Material sheet pile umumnya dapat berupa baja, kayu serta beton bertulang. Jenis konstruksi penahan tanah ini sering digunakan pada konstruksi tepi laut seperti dermaga atau pelabuhan. Braja (2018) menyatakan bahwa pemilihan penggunaan sheet pile dapat digunakan karena bangunan penahan tanah ini kedap air, serta pemasangannya yang mudah dan relatif lebih cepat. Selain itu, Kekurangan dari dinding penahan jenis ini adalah proses pengerjaannya yang membutuhkan banyak alat berat serta pelaksanaannya yang mengharuskan dinding untuk dipancang sehingga menimbulkan getaran pada tanah.



**Gambar 3. 7 Sheet Pile Walls**  
(Sumber : [Www.images.google.com](http://www.images.google.com))

### 3. Contiguous Bored Pile

Contiguous bored pile adalah struktur dinding penahan tanah yang kedap air yang terdiri dari rangkaian bored pile dan bentonite cement pile yang saling bertautan satu sama lain yang berguna untuk mendapatkan kekuatan terhadap tekanan tanah(gaya lateral). Dalam lapangan contiguous bored pile digunakan untuk menghindari agar tanah dan material lainnya tidak longsor atau runtuh juga untuk menjaga kestabilan dan daya dukung tanah. Kelebihan dinding tipe ini adalah dimensi yang kecil serta aman terhadap kelongsoran sewaktu pelaksanaan karena tidak melalui proses pemancangan. Gambar contiguous bored pile dapat dilihat pada Gambar 3.12 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 3. 8 Contiguous piles**  
(Sumber : [www.images.google.com](http://www.images.google.com))

### 4. Dinding Tanah Bertulang

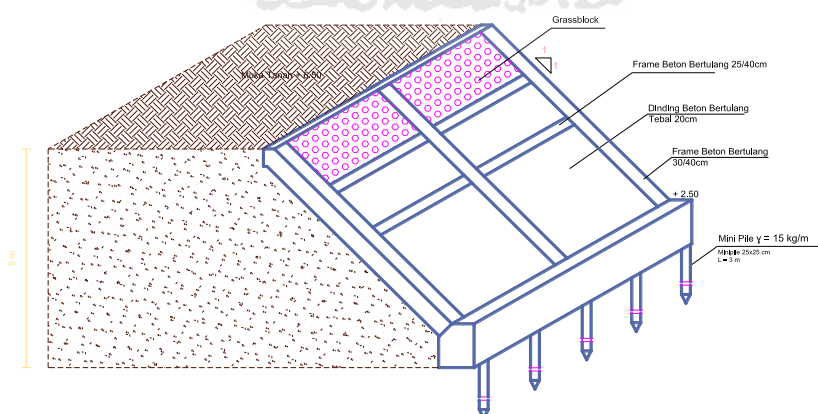
Dinding tanah bertulang atau dinding tanah diperkuat (reinforced earth wall) adalah dinding yang terdiri dari dinding yang berupa timbunan tanah yang diperkuat dengan bahan-bahan tertentu yang terbuat dari geosintetik maupun dari metal. Elemen tulangan biasanya terbuat dari metal atau geosintertik (geotekstil, geogrid, dan lain-lainya). Tanah urug umumnya tanah granuler, walaupun saat ini telah digunakan juga tanah kohesif. Elemen-elemen penutup dinding depan berupa panel-panel beton, tulangan yang ditekuk, bronjong batu elemen-elemen segmental dan lain-lain. Hary (2014), menyatakan bahwa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan struktur yang menggunakan sistem tanah bertulang yaitu mudah dalam pelaksanaan pembangunannya, tahan terhadap gempa bumi serta seringkali biaya pembangunannya lebih ekonomis.



**Gambar 3. 9 Tanah Bertulang**  
(Sumber : Wwww.ilmutekniksipil.com)

#### 5. Dinding Penahan Tanah Beton Berkisi

Dinding penahan tanah beton berkisi terdiri dari frame beton bertulang dengan bentuk balok-balok beton. Balok-balok tersebut di desain dengan bentuk segi empat (bercelah/berkisi )serta bidang kosong yang berada diantara celah-celah dapat diisi dengan pelat beton ataupun pasangan batu penahan. Keunggulan penggunaan tipe dinding penahan ini adalah dapat dikombinasikan dengan material selain beton, seperti grassblock atau pasangan batu, yang banyak terdapat pada lokasi pembangunan serta dimensi dari dinding yang relatif lebih tipis sehingga dapat meminimalisir penggunaan biaya pada penggunaan material. Gambar dinding penahan tanah tipe beton berkisi dapat dilihat pada Gambar 3.14 .



**Gambar 3. 10 Dinding Penahan Tanah tipe Beton Berkisi**  
(Sumber : Laporan Perencanaan Bangunan Pelengkap Tanggul Proyek Embung Sokoagung Tahun 2019)



### 3.3 Manajemen Proyek Konstruksi

Husen (2009) menguraikan bahwa Manajemen proyek konstruksi merupakan penerapan sebuah ilmu pengetahuan, cara teknis yang baik dengan sumber daya terbatas, keahlian, dan keterampilan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal biaya, mutu, kinerja waktu, dan keselamatan kerja untuk mencapai sasaran dan tujuan yang tepat. Dalam proyek terdapat unsur-unsur manajemen proyek yaitu, kegiatan yang harus diperhatikan dalam pelaksanaannya seperti, Perencanaan, Pengorganisasian, Pelaksanaan dan Pengendalian. Husen (2009) menguraikan kegiatan manajemen proyek sebagai berikut:

#### 1. Perencanaan (Planning)

Pada kegiatan perencanaan dilakukan antisipasi tugas dan kondisi dengan menetapkan tujuan dan sasaran yang harus dicapai. Sebuah perencanaan hendaknya dibuat dengan lengkap, terpadu, cermat, dan dengan tingkat kesalahan paling minimal. Perencanaan sebagai acuan untuk tahap pelaksanaan dan pengendalian, maka harus tetap disempurnakan secara iterative menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan pada proses selanjutnya, sehingga hasil perencanaan bukanlah dokumen yang bebas dari koreksi.

#### 2. Pengorganisasian (Organizing)

Pada kegiatan pengorganisasian dilakukan identifikasi dan pengelompokan jenis-jenis pekerjaan, menentukan pendelegasian wewenang, dan tanggung jawab personel. Pimpinan diharapkan mampu mengarahkan dan menjalin komunikasi untuk menggerakkan organisasi. Diperoleh hasil yang positif apabila struktur organisasi sesuai dengan kebutuhan proyek, kerangka penjabaran tugas personil penanggungjawab yang jelas, dan kemampuan personil yang sesuai dengan keahlian.

#### 3. Pelaksanaan (Actuating)

Pada kegiatan ini, konsep pelaksanaan serta personil yang terlibat sudah ditetapkan dan kemudian secara detail menetapkan program, jadwal, alokasi biaya dan sumber dana yang digunakan. Pelaksanaan ini adalah implementasi dari perencanaan yang telah direncanakan dengan melakukan pekerjaan yang

sesungguhnya secara fisik ataupun non fisik, sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran tujuan yang diharapkan.

#### 4. Pengendalian (Controlling)

Pada kegiatan pengendalian dilakukan untuk memastikan program dan aturan kerja yang ditetapkan tercapai dengan penyimpangan paling minimal dan mendapatkan hasil yang memuaskan. Untuk itu dilakukan bentuk-bentuk kegiatan sebagai berikut:

- a. Supervisi: melakukan serangkaian tindakan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam operasional dapat dilakukan secara Bersamasama oleh semua personil dengan kendali pengawas.
- b. Inspeksi: Melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
- c. Tindakan Koreksi: melakukan perubahan dan perbaikan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.

### 3.4 Biaya Proyek

Biaya Konstruksi adalah seluruh biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu proyek sejak tahap studi pendahuluan sampai selesainya tahap pelaksanaan dan pemeliharaan. Maka biaya proyek itu sendiri adalah suatu pengeluaran yang dikeluarkan untuk melakukan suatu kegiatan, dalam hal ini kegiatan yang dimaksud adalah dalam hal proyek konstruksi. Biaya merupakan salah satu aspek yang sangat penting dan krusial, karena tanpa biaya kegiatan pelaksanaan tidak akan berjalan dan tidak akan memperoleh hasil atau output sesuai keinginan.

Untuk itu dibutuhkan manajemen biaya dalam proyek yang meliputi proses-proses yang berhubungan dengan perencanaan, estimasi, penganggaran, pembiayaan, pendanaan, pengolahan dan pengendalian biaya. Dalam hal ini manajemen biaya proyek meliputi proses-proses sebagai berikut:

1. Merencanakan pengelolaan biaya, yaitu proses menetapkan kebijakan dan dokumentasi untuk perencanaan, pengendalian, dan pengendalian biaya.

2. Menyusun estimasi biaya, yaitu proses mengembangkan perkiraan sumber daya dan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.
3. Menentukan anggaran biaya, yaitu proses untuk mengalokasikan dan menetapkan secara resmi anggaran untuk keseluruhan aktifitas suatu proyek yang akan dipakai oleh semua pihak dalam organisasi sebagai acuan dalam perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan pengendalian proyek.
4. Mengendalikan biaya, yaitu proses memantau status terkini progress proyek dan biaya yang telah dikeluarkan, serta membandingkan dengan rencana anggaran biaya dan mengendalikan perubahan biaya terhadap anggaran yang telah dikeluarkan.

#### 3.4.1 Rencana Anggaran Biaya

Menurut Ibrahim (1993) Terdapat tiga istilah yang harus di bedakan dalam membuat anggaran biaya bangunan yaitu : Harga Satuan Bahan, Harga Satuan Upah, dan Harga Satuan Pekerjaan.

##### 1. Analisa Bahan

Yang dimaksud dengan Analisa Bahan suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya volume masing-masing bahan, serta biaya yang dibutuhkan

##### 2. Analisa Upah

Yang dimaksud dengan Analisa Upah suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya tenaga yang dibutuhkan , serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

##### 3. Harga Satuan Pekerjaan

Yang dimaksud dengan Harga Satuan Pekerjaan adalah akumulasi dari Analisa upah ditambah dengan Analisa Bahan

Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan penjumlahan secara total dari hasil kali perkalian antara volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan , yang merujuk pada sebuah item pekerjaan termasuk didalamnya terdapat upah, material, serta peralatan penunjang yang digunakan, yang dituliskan menjadi sebuah rumus :

$$RAB = \sum [( \text{volume pekerjaan} ) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}] \quad (3.17)$$

Volume pekerjaan dapat dihitung berdasarkan pada gambar bestek (dengan satuan : m1, m2, m3, buah, dll). Untuk 1 satuan volume pekerjaan (dengan satuan : Rp/m1, Rp/m2, Rp/m3, Rp/buah, dll).

### 3.4.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa Harga Satuan Pekerjaan adalah cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standar upah pekerja, dan harga sewa/beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Analisa harga satuan pekerjaan ini dipengaruhi oleh angka koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan/material, nilai satuan alat, dan nilai satuan upah tenaga kerja ataupun satuan pekerjaan yang dapat digunakan sebagai acuan/panduan untuk merencanakan atau mengendalikan biaya suatu pekerjaan. Untuk harga bahan material didapat dipasaran, yang kemudian dikumpulkan didalam suatu daftar yang dinamakan harga satuan bahan/material, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan di lokasi setempat yang kemudian dikumpulkan dan didata dalam suatu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah tenaga kerja. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat di simpulkan :

Upah : harga satuan upah x koefisien (analisa upah)

Bahan : harga satuan bahan x koefisien (analisa bahan)

Alat : harga satuan alat x koefisien (analisa alat)

Maka diperoleh:

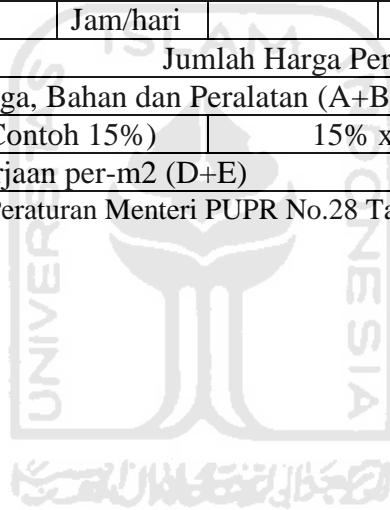
$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Upah} + \text{Bahan} + \text{Alat} \quad (3.18)$$

Besarnya harga satuan pekerjaan tergantung dari besarnya harga satuan bahan, harga satuan upah dan harga satuan alat, dimana harga satuan bahan tergantung pada ketelitian dan perhitungan kebutuhan untuk setiap jenis pekerjaan. Contoh analisa perhitungan harga satuan pekerjaan beserta keterangannya dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada pada tabel 3.2 pada halaman selanjutnya.

Tabel 3. 2 Contoh Analisa Harga Satuan pekerjaan Tubuh Embung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koeffisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja		Jam	OH		
2	Mandor		Jam	OH		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan		Kg/cm/lt			
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
			Jam/hari			
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead+Profit (Contoh 15%)			15% x D		
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m <sup>2</sup> (D+E)					

Sumber : Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016

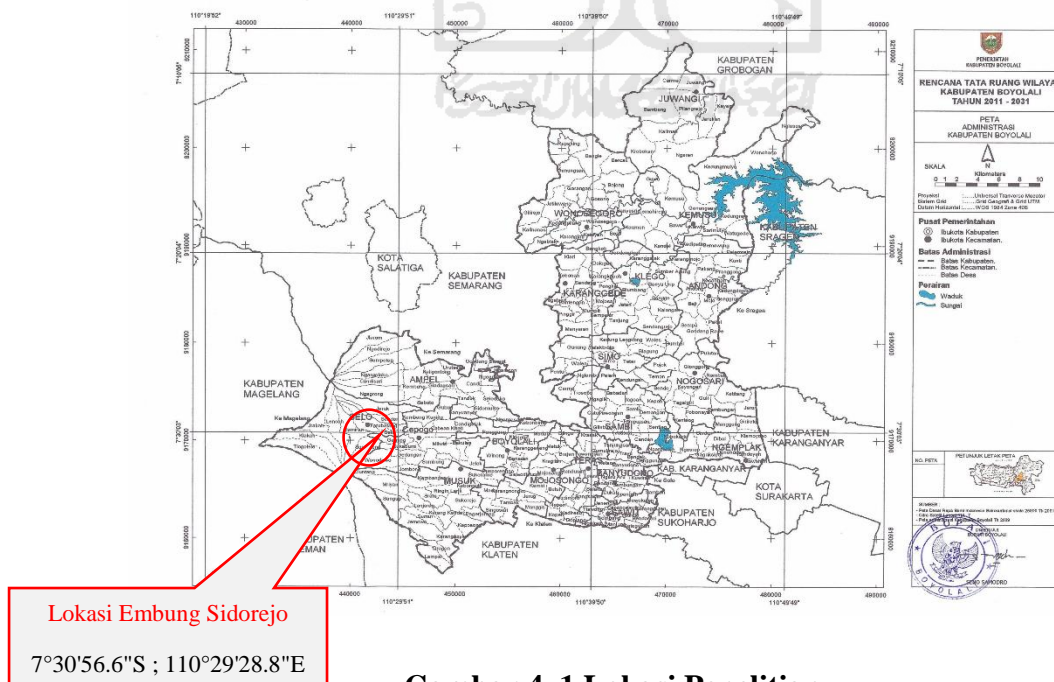


## BAB IV METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian sebuah masalah, kasus, fenomena atau yang lain secara eksperimen. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur dan langkah-langkah yang ditempuh, sumber data, waktu penelitian, yang selanjutnya diolah atau dianalisis. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode studi kasus dengan pengumpulan data lapangan seperti gambar kerja, data tanah, data topografi serta Anggaran Biaya terdahulu.

### 4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada penelitian ini adalah di kawasan desa Genting, kecamatan Cepogo, kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Secara geografis Embung Sidorejo terletak pada koordinat  $7^{\circ} 30.939'S$  dan  $110^{\circ} 29.483'T$  dengan elevasi + 563 mdpl. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut



## 4.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder yang diperoleh dari PT Adiguna Mitra Terpercaya. Data yang diperoleh berupa :

1. Rencana Anggaran Biaya Proyek Embung Sidorejo
2. Gambar desain proyek Embung Sidorejo yang sudah ada
3. Data Peta Topografi Embung berupa kontur
4. Peraturan Menteri No.28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
5. Standar Harga Barang dan Jasa Boyolali tahun 2018

## 4.3 Tahapan Penelitian

Dalam melakukan penelitian, diperlukan tahapan-tahapan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian dengan teori dan metode serta data penelitian yang telah didapat.

### 4.3.1 Pengumpulan data primer dan data sekunder

Pengumpulan Data yang dibutuhkan dilakukan untuk mendapatkan bahan dalam melakukan analisis. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan meminta data langsung kepada instansi terkait berupa dokumen kerja, atau dengan pengamatan langsung di lapangan ataupun mengumpulkan dari berbagai sumber. Dalam penelitian ini, seluruh data diperoleh dari PT. Adiguna Mitra Terpercaya.

1. Data Rencana Teknis

Data rencana teknis yang digunakan dapat berupa gambar desain tubuh embung atau dinding penahan, data topografi, serta data properties tanah pembangunan embung.

2. Rencana Anggaran Biaya Proyek

Rencana anggaran biaya yang digunakan adalah rencana anggaran biaya proyek pembangunan embung Sidorejo.

3. Harga dan spesifikasi Material yang digunakan

Acuan standar yang dipakai adalah Standarisasi Harga Barang dan Jasa (SHBJ) kabupaten Boyolali.

#### 4.3.2 Analisis Data

Setelah seluruh data yang diperlukan telah didapatkan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data yang dapat dilakukan dalam beberapa tahapan seperti :

##### 1. Melakukan Desain Ulang Bangunan Dinding Penahan

###### a. Estimasi dimensi dinding penahan

Dalam merencanakan suatu bangunan perkuatan tanah, perlu dilakukan permodelan dimensi terlebih dahulu dan menentukan spesifikasi dari material yang akan digunakan. Permodelan dimensi dilakukan untuk mengetahui bersaran gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah.

###### b. Mencari gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan

momen yang bekerja pada dinding meliputi momen akibat berat sendiri, momen akibat tekanan tanah, momen akibat beban gempa dan momen akibat tekanan hidrosatis.

###### c. menghitung stabilitas dinding penahan

perhitungan stabilitas dinding penahan meliputi analisis stabilitas pergeseran, stabilitas penggulingan serta stabilitas daya dukung tanah. Seluruh parameter stabilitas harus mampu ditahan oleh dinding penahan tanah agar tidak terjadi kegagalan struktur dinding penahan.

##### 2. Melakukan analisa perhitungan Rencana Anggaran Biaya ( RAB)

###### a. Menghitung volume pekerjaan tubuh embung dengan satu tingkat

perhitngan ini dilakukan dengan cara menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan, misalkan per m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> atau per unit. Volume pekerjaan nantinya akan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan, sehingga ditemukan jumlah biaya pekerjaan.

###### b. Menghitung analisis harga satuan

Untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan berdasarkan dari Peraturan Menteri No.28 Tahun 2016 tertntang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum maka, harga satuan bahan, harga satuan upah, dan harga satuan alat harus diketahui terlebih dahulu yang kemudian dikalikan dengan koefisien yang telah ditentukan



#### c. Menghitung Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah penjumlahan secara total dari hasil kali antara volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan, yang menunjuk pada sebuah item pekerjaan termasuk didalamnya terdapat upah, material, serta peralatan penunjang yang digunakan. Setelah diketahui rencana anggaran biaya per pekerjaan, maka dapat diketahui total anggaran biaya dari suatu proyek.

#### 4.3.3 Pembahasan Hasil Analisis

Setelah melakukan analisis, maka selanjutnya dilakukan pembahasan secara deskriptif. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat dihitung selisih perbandingan biaya pekerjaan tubuh embung dengan menggunakan satu tingkat dan embung existing serta bagaimana perbandingan volume tampungan dari kedua dinding penahan tersebut.

#### 4.3.4 Kesimpulan dan Saran Penelitian

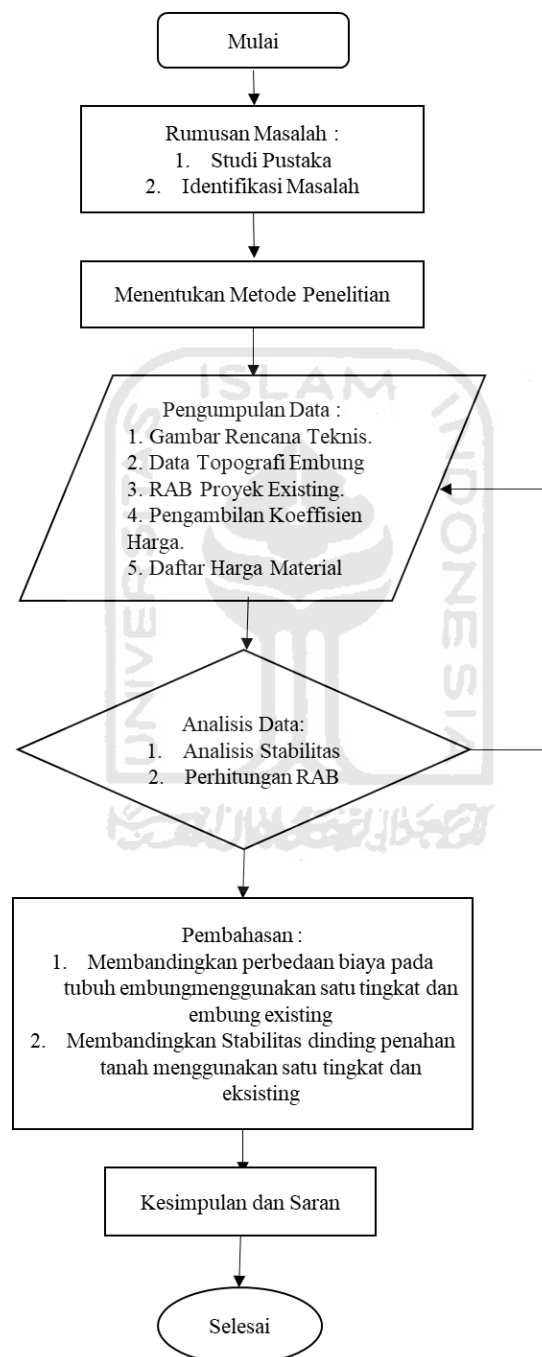
Tahap terakhir setelah melakukan analisis penelitian, dapat ditarik kesimpulan perbandingan hasil dari analisis yang telah dilakukan, yaitu bagaimana perbandingan kapasitas tampungan embung setelah dilakukan analisis apakah lebih besar atau kecil, serta bagaimana perbandingan biayanya, apakah lebih murah atau lebih mahal.

#### 4.4 Diagram Alir Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini dimulai dengan melakukan studi pustaka dan identifikasi masalah, melakukan pemilihan metode perhitungan tubuh embung dengan menggunakan satu tingkat sehingga mengetahui data yang dibutuhkan untuk melakukan analisis perhitungan biaya.

Langkah selanjutnya dengan mengumpulkan data-data untuk melakukan perhitungan, lalu kemudian memastikan hasil analisis dilakukan validasi perhitungan berupa analisa stabilitas dinding penahan. Selanjutnya dapat dilakukan analisis kapasitas tampungan embung yang telah di desain ulang. Dari hasil perhitungan kapasitas/volume tampungan embung dengan menggunakan satu tingkat, dibandingkan dengan kapasitas/volume tampungan embung existing.

Setelah diketahui optimasi kapasitas tampungan embung baru dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya, dibandingkan dengan Rencana Anggaran Biaya existing. Lalu ditarik kesimpulan dan saran dari penelitian ini. Berikut bagan alir (*Flowchart*) dapat dilihat gambar dibawah ini.



**Gambar 4.2** *Flowchart* Penelitian

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tipe Dinding Penahan Tanah Terpilih**

Berdasarkan beberapa alasan diatas, penulis mengusulkan penggunaan dinding penahan tanah tipe beton berkisi karena dimensi dinding yang tipis, lebih mudah pengaplikasiannya, dan pada saat pengerjaan tidak menimbulkan getaran yang dapat berpotensi kelongsoran lereng, serta memiliki indikasi biaya yang lebih murah dari dinding penahan tanah tipe lainnya.

#### **5.2 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah**

Analisa stabilitas dinding penahan tanah harus meninjau beberapa parameter yang harus dipenuhi. Parameter tersebut adalah stabilitas penggulingan, stabilitas pergeseran, serta tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi tidak boleh melebihi kapasitas dukung ijin. Dinding penahan tanah yang dianalisis stabilitasnya ada dua tipe yaitu dinding penahan tanah eksisting dan tipe beton berkisi. Data-data yang diperlukan untuk melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah ialah data rencana bangunan, data mekanika tanah dan data gempa.

##### **5.2.1 Data Mekanika Tanah**

Menurut Hardiyatmo (1996), Dalam setiap perencanaan, diperlukan ketersediaan data yang lengkap agar diperoleh kesesuaian dengan kondisi kenyataan. Data-data yang diperlukan untuk melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah ialah data rencana bangunan, data mekanika tanah dan data gempa . Data sifat tanah diperlukan berupa sudut geser tanah, kadar air, berat jenis tanah, kohesi tanah, porositas tanah, *specific gravity* (Gs), dan lain sebagainya. Kekuatan geser tanah dideskripsikan dengan parameter kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), yang digunakan pada analisis statik. Data penyelidikan tanah tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1 pada halaman selanjutnya.

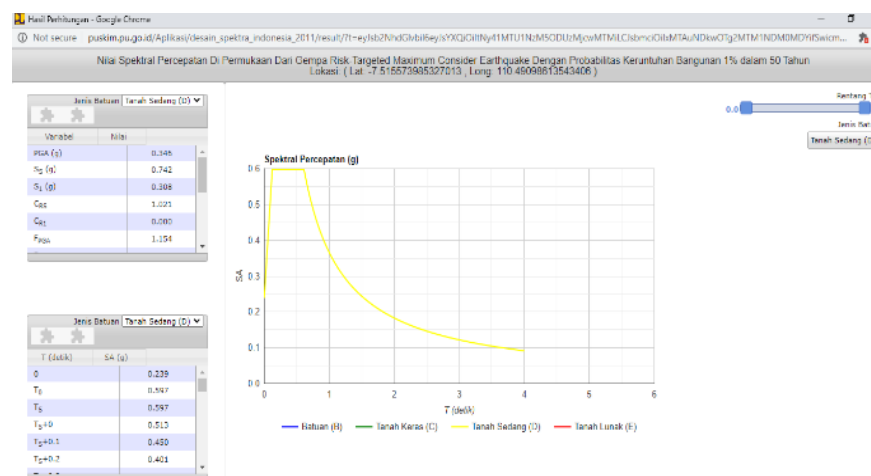
**Tabel 5. 1 Data Mekanika Tanah Embung Sidorejo**

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Berat Jenis Air ( $\gamma_{air}$ )	1	T/m <sup>3</sup>
2	Berat Jenis Beton ( $\gamma_{beton}$ )	2,4	T/m <sup>3</sup>
3	Berat Volume basah ( $\gamma_b$ )	1,67	T/m <sup>3</sup>
4	Berat Jenis Saturated ( $\gamma_{sat}$ )	1,90	T/m <sup>3</sup>
5	Berat Volume Kering ( $\gamma_d$ )	1,414	T/m <sup>3</sup>
6	Sudut Gesek Dalam, ( $\phi$ )	35,64	°
7	Kohesi, ( c )	0.022	T/m <sup>2</sup>
8	Berat Jenis (Gs)	2,74	
9	Koefisien Tanah Aktif, (Ka)	0,32	
10	Koefisien Tanah Pasif, (Kp)	3,79	

Sumber : Laporan Pengujian Tanah Embung Sidorejo tahun 2018

### 5.2.2 Data Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu bangunan akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi baik berupa gempa tektonik ataupun gempa vulkanik dan mempengaruhi struktur tersebut. Beban gempa statis yang digunakan berdasarkan peta zonasi gempa tahun 2011, wilayah Kabupaten Boyolali khususnya di Cepogo memiliki percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,345 g. Berdasarkan hasil perhitungan beban gempa yang digunakan adalah sebesar 1,0 g, berdasarkan peta zonasi gempa yang didapatkan dari web kementerian umum (Puskim,2011). Data hasil nilai spektral percepatan gempa untuk wilayah sungai Gandul dapat dilihat pada gambar 5.1



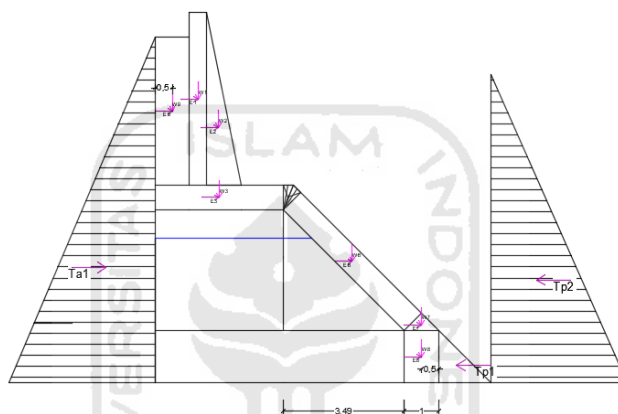
**Gambar 5. 1 Nilai Spektral Percepatan Gempa Sungai Gandul**

**Tabel 5. 2 Perhitungan Koefisien Gempa**

<i>Karakteristik Gempa</i>		
Lokasi	Sleman	
Fungsi Bangunan	Dinfing Penahan Tanah	
Kategori Risiko	I (SNI 1726 Hal 24 Tabel 3)	
Faktor Keutamaan (I)	1	SNI 1726 Hal 25 Tabel 4
Jenis Tanah	Sedang	
Klasifikasi Situs	SD (SNI 1726 Hal 29 Tabel 5)	
Tinggi Bangunan (m)	9	
Jumlah Lantai, n	1	
Tinggi Bangunan Total (m)	9	
Uraian	Nilai	Keterangan
Ss	0.742	SNI 1726 hal 233, Gambar 15
S1	0.308	SNI 1726 hal 234, Gambar 16
Fa	1.2	SNI 1726 hal 34, Tabel 6
Fv	2	SNI 1726 hal 34, Tabel 7
Crs	1.021	SNI 1726 Hal 236 Gambar 18
Cr1	0.85	SNI 1726 Hal 237 Gambar 19
SMs	0.8904	SNI 1726 hal 34
SM1	0.616	SNI 1726 hal 34
SDs	0.5936	SNI 1726 hal 35
SD1	0.410666667	SNI 1726 hal 35
SDSR	0.6060656	
SD1R	0.349066667	
T0	0.115191051	SNI 1726 hal 36
Ts	0.575955254	SNI 1726 hal 36
<i>Gaya Geser Dasar Gempa Statik Ekuivalen</i>		
Kategori Desain Seismik	D	SNI 1726 Hal 37, Tabel 8 dan 9
Struktur Momen	-	SNI 1726 Hal 139 Tabel 12, 28 dan 29
R	3	SNI 1726 Hal 139 Tabel 12, 28 dan 29
Ta	0.253572238	SNI 1726 Hal 72 dan 56 Tabel 18
Cs	0.197866667	SNI 1726 Hal 70
Csupper	0.539841782	SNI 1726 Hal 70
Cs min	0.0261184	SNI 1726 Hal 70
Cs min	0.051333333	
Cs,u	0,0261184	
Berat Bangunan, W (ton)	82,47	
Gaya Geser, V (ton)	2,154	SNI 1726 Hal 69
k	1	SNI 1726 Hal 73

### 5.2.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Eksisting

Pada perhitungan stabilitas dinding penahan eksisting, dilakukan tidak dilakukan analisis perhitungan. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding dapat digunakan untuk melakukan analisis perhitungan stabilitas dinding penahan tanah. Gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah eksisting diperoleh dari laporan akhir Stabilitas Dinding Penahan Tanah Proyek Embung Sidorejo tahun 2108 dan dapat dilihat pada tabel 5.3 hingga tabel 5.6. Ilustrasi gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah Eksisting dapat dilihat pada gambar 5. 3.



**Gambar 5. 2 Ilustrasi Gaya-gaya yang Bekerja pada Dinding Eksisting**

(Sumber : Laporan Akhir Stabilitas Proyek Embung Sidorejo)

#### 1. Luas dan volume dinding penahan tanah

Luas dan volume dinding penahan tanah Eksisting dapat dilihat pada tabel 5.3.

**Tabel 5. 3 Volume Dinding Penahan Tanah Eksisting**

No	Pias	Berat Jenis	Volume per 1m panjang			
			Bentuk	Lebar	Tinggi	Volume
1	W1	2,4	Segi Empat	0,50	5	2,5
2	W2	2,4	Segi Tiga	1	5	2,5
3	W3	2,4	Segi Empat	3,71	0,7	2,597
4	W4	2,4	Segi Tiga	0,3	0,7	0,105
5	W5	2,4	Segi Tiga	0,3	0,7	0,105
6	W6	2,4	Segi Empat	4,66	0,7	3,262
7	W7	2,4	Segi tiga	0,7	0,7	0,245
8	W8	2,4	Segi Empat	1	1,5	1,5
9	W9	2,738	Segi Empat	1	4,12	4,12

2. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan Eksisting

a. Berat Sendiri (Gaya Vertikal)

Hasil perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.4

**Tabel 5. 4 Rekapitulasi Momen akibat Berat Sendiri Dinding Penahan Eksisting**

No	Berat sendiri(T)	Jarak Lengan (m)	Momen(Tm)
W1	6	1,25	7,5
W2	6	2	12
W3	6,233	1,365	8,508
W4	0,252	3,86	0,973
W5	0,252	4,16	1,048
W6	7,829	5,61	43,92
W7	0,558	7,5	4,41
W8	3,6	7,5	27
W9	11,281	0,5	5,64
$\Sigma$	42,03		223,95

b. Beban Gempa(Gaya Horizontal)

Hasil perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.5

**Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Beban Gempa Dinding Penahan Eksisting**

No	Beban Gempa (T)	Lengan (m)	Momen (Tm)
E1	0,627	8	5,02
E2	0,529	6,75	3,57
E3	0,419	5,15	2,16
E4	0,017	5,27	0,091
E5	0,017	5,20	0,09
E6	0,349	3,14	1,19
E7	0,013	1,67	0,021
E8	0,035	0,75	0,0265
E9	1,105	7,5	8,29
$\Sigma$	3,11		20,46

c. Tekanan Tanah (Gaya Horizontal)

Tekanan lateral tanah termasuk gaya yang bekerja mendorong/ menggeser dinding penahan tanah, dengan titik tangkap gaya pada H/3 dari dasar dinding penahan tanah. Hasil perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.6

**Tabel 5. 6 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Tekanan Tanah Dinding Penahan Eksisting**

No	Tekanan Tanah (T)	Jarak (m)	Momen (Tm)
Ta1	7,6	5,95	45,22
Ta2	0,90	2,09	5,28
Ta3	0,90	1,39	3,52
Tp1	14,55	0,85	12,36
Tp2	27,45	2,47	67,81

d. Tekanan Air Pori (Gaya Horizontal)

Tinggi muka air tanah diasumsikan setinggi muka air banjir pada sungai yaitu setinggi 4,18 m dari dasar pondasi. Berikut ini adalah hasil perhitungan momen akibat tekanan air pada tanah

$$H1 = 8,74 \text{ Ton}$$

$$MH1 = 12,17 \text{ Tm}$$

3. Stabilitas Dinding Penahan Tanah Eksisting

Rekapitulasi gaya-gaya dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah tipe kantilever dapat dilihat pada tabel 5.7 .

**Tabel 5. 7 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada dinding Eksisting**

No	Parameter	Gaya (Ton)		Momen (Ton)	
		Menahan	Menggeser	Menahan	Menggeser
1	Berat Bangunan	42,03		223,95	
2	Beban Gempa		3,11		20,46
3	Tekanan Tanah	42	12,66	80,16	54,02
4	Tekanan Hidrostatik		8,74		12,17
	Jumlah	84,035	24,509	304,121	86,654



a. Stabilitas Guling

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_{tahan}}{\Sigma M_{guling}} > SF$$

$$F_{gl} = \frac{304,121}{86,654} > 2$$

$$= 3,51 > 2, \text{ aman}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap guling sebesar kali lebih kecil dari *safety factor* yang disyaratkan sebesar 2. Maka hasil stabilitas penggulingan adalah aman.

b. Stabilitas Geser

$$\Sigma Rh = c_a B + W \tan \delta b$$

$$\Sigma Rh = 0,0154 \times 10,5 + 84,035 \tan 35,64$$

$$\Sigma Rh = 68,27$$

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} > 2$$

$$F_{gs} = \frac{68,27}{24,05} > 2$$

$$F_{gs} = 2,79 > 2$$

Dari hasil perhitungan padahalaman sebelumnya didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap guling sebesar 2,79 lebih kecil dari *safety factor* yang disyaratkan sebesar 2. Maka hasil stabilitas penggulingan adalah aman.

c. Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dapat dihiyung menggunakan persamaan Terzaghi sebagai berikut :

$$q_{ult} = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0,5.B.N_\gamma$$

$$q_{ult} = 0,022 \times 62,65 + 1,667 \times 5 \times 46,51 + 0,5 \times 10,5 \times 49,82$$

$$q_{ult} = 298,899 \text{ T/m}^2$$

Dengan nilai  $SF = 3$ , maka didapatkan daya dukung yang diijinkan sebgaii berikut :

$$q_{all} = q_{ult}/FS$$

$$q_{all} = 298,899/3$$

$$q_{all} = 99,633 \text{ T/m}^2$$

evaluasi kapasitas daya dukung pondasi langsung (*bearing capacity*)

$$q_{maks} = \frac{\Sigma v}{B} \left( 1 + \frac{6.e}{B} \right)$$

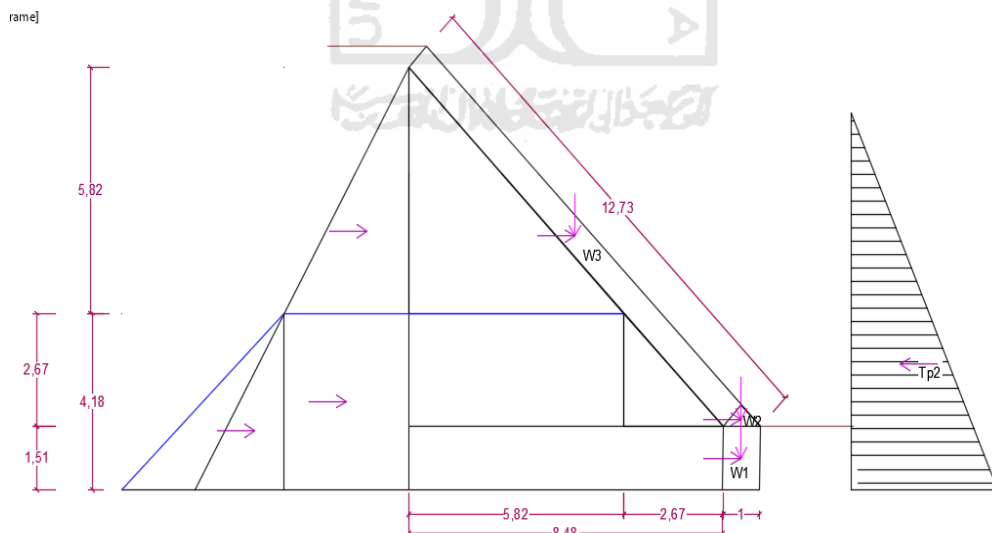
$$q_{maks} = \frac{161,169}{10,5} \left( 1 + \frac{6 \times 0,47}{10,5} \right)$$

$$q_{maks} = 5,56 \text{ T/m}^2 < q_{all}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap stabilitas keruntuhan tanah lebih kecil dari daya dukung ijin. Maka hasil stabilitas daya dukung tanah adalah aman.

### 5.2.3 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi

Pada perhitungan stabilitas dinding penahan tipe beton berkisi, dilakukan analisis perhitungan sama seperti pada analisis sebelumnya. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding dapat digunakan untuk melakukan analisis perhitungan stabilitas dinding penahan tanah. Analisis stabilitas yang dilakukan adalah analisis stabilitas terhadap pergeseran, penggulingan dan keruntuhan daya dukung tanah. Ilustrasi gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi dapat dilihat pada gambar 5. 3



**Gambar 5. 3 Ilustrasi Gaya-gaya yang Bekerja pada Dinding Beton Berkisi**

### 1. Luas dan volume dinding penahan tanah

Perhitungan luas dan volume dinding penahan tanah tipe beton berkisi dilakukan per meter panjang, sama seperti pada perhitungan sebelumnya. Luas dan volume dinding penahan tanah tipe beton berkisi dapat dilihat pada tabel 5.8.

**Tabel 5. 8 Volume Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi**

No	Pias	Berat Jenis	Volume per 1m panjang			
			Bentuk	Lebar	Tinggi	Volume
1	W1	2,4	Segi Empat	1	1,5	1,5
2	W2	2,4	Segi Tiga	1	0,5	0,25
3	W3	2,4	Segi Empat	0,7	12,73	8,91

### 2. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tipe Beton Berkisi

#### a. Berat Sendiri (Gaya Vertikal)

Perhitungan momen akibat berat sendiri didapatkan dari penjumlahan seluruh momen yang terjadi pada tubuh dinding penahan tanah dan tanah di bawah bangunan. contoh perhitungan gaya dan momen yang terjadi akibat berat sendiri bangunan dapat dilihat pada halaman selanjutnya :

$$\begin{aligned}
 W &= \gamma \times V_i \\
 &= 2,4 \times 1,5 \\
 &= 3,6 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= W \times L \\
 &= 3,6 \times 0,5 \\
 &= 1,8 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.9

**Tabel 5. 9 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat berat sendiri Dinding Penahan Beton Berkisi**

No	Berat sendiri(T)	Jarak Lengan (m)	Momen(Tm)
w1	3,6	0,5	1,8
w2	0,6	0,5	0,3
w3	21,39	5	106,93
$\Sigma$	25,29		109,03

b. Beban Gempa (Gaya Horizontal)

Beban gempa termasuk dalam kategori gaya yang menggeser atau menggulingkan bangunan pada resiko geser/guling. Berikut ini adalah contoh perhitungan pada momen akibat beban gempa :

$$C_v = \frac{\sum(W \times h^k)}{(W_i \times h_i^k)}$$

$$C_v = \frac{128,32}{(3,6 \times 0,75^1)}$$

$$= 0,0205$$

$$E_i = C_v \times (W_i \times h_i^k)$$

$$E_i = 0,0205 \times (3,6 \times 0,75^1)$$

$$E_i = 0,044$$

$$ME_i = E_i \times L$$

$$= 0,044 \times 0,75$$

$$= 0,033 \text{ Tm}$$

Rekapitulasi perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.5.

**Tabel 5. 10 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Beban Gempa Dinding Penahan Beton Berkisi**

No	Beban Gempa (T)	Lengan (m)	Momen (Tm)
E1	0,044	0,75	0,033
E2	0,02	1,67	0,03
E3	2,09	6	12,56
$\Sigma$	2,15		12,62

c. Tekanan Tanah (Gaya Horizontal)

Tekanan lateral tanah termasuk gaya yang bekerja mendorong/ menggeser dinding penahan tanah, dengan titik tangkap gaya pada H/3 dari dasar dinding penahan tanah. Rekapitulasi perhitungan momen akibat berat sendiri dinding dapat dilihat pada tabel 5.6 pada halaman selanjutnya.

$$\begin{aligned}
 T_p 1 &= 0,5 \times \gamma_{tnah} \times h \times K_p \\
 &= 0,5 \times 1,67 \times 2,55 \times 3,79 \\
 &= 14,55 \text{ Ton} \\
 M &= T_x \times L \\
 &= 14,55 \times 0,85 \\
 &= 12,36 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Momen akibat Tekanan Tanah Dinding Penahan Beton Berkisi**

No	Tekanan Tanah (T)	Jarak (m)	Momen (Tm)
Ta1	7,6	5,95	45,22
Ta2	0,90	2,09	5,28
Ta3	0,90	1,39	3,52
Tp1	14,55	0,85	12,36
Tp2	27,45	2,47	67,81

d. Tekanan Hidrostatik (Gaya Horizontal)

Perhitungan momen akibat tekanan air pada tanah/hidrostatik dapat dihitung dengan mengalikan nilai berat jenis air dengan tinggi muka air. Tinggi muka air tanah diasumsikan setinggi muka air tanah pada sungai yaitu setinggi 4,18 m dari dasar pondasi. Gaya dan Momen akibat Tekanan Air pori sama seperti pada dinding penahan eksisting yaitu berturut-turut sebesar 8,74 Ton dan 12,17 Tm. Contoh Perhitungan Gaya dan Momen akibat tekanan air pori dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H1 &= 0,5 \times \gamma_{air} \times H \times H \\
 &= 0,5 \times 1 \times 4,18 \times 4,18 \\
 &= 8,74 \text{ Ton} \\
 MH1 &= H1 \times L \\
 &= 8,74 \times 1,39 \\
 &= 12,17 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

### 3. Stabilitas Dinding Penahan Beton Berkisi

Setelah dilakukan perhitungan gaya-gaya serta momen yang bekerja pada dinding penahan tanah tipe Kantilever, maka selanjutnya dapat dilakukan analisa stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling, geser serta keruntuhan tanah dasar. Rekapitulasi gaya-gaya dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah tipe beton Berkisi dapat dilihat pada tabel 5.12.

**Tabel 5. 12 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada dinding Beton berkisi**

No	Parameter	Gaya (Ton)		Momen (Ton)	
		Menahan	Menggeser	Menahan	Menggeser
1	Berat Bangunan	25,95		109,03	
2	Beban Gempa		2,15		12,62
3	Tekanan Tanah	42	12,65	80,16	54,02
4	Tekanan Hidrostatik		8,74		12,17
	Jumlah	67,582	23,538	189,192	78,813

#### a. Stabilitas Guling

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_{tahan}}{\Sigma M_{guling}} > SF$$

$$F_{gl} = \frac{189,192}{78,813} > 2$$

$$= 2,4 > 2, \text{ aman}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap guling sebesar 2,4 kali lebih kecil dari *safety factor* yang disyaratkan sebesar 2. Maka hasil stabilitas penggulingan adalah aman.

#### b. Stabilitas Geser

$$\Sigma Rh = c_a B + W \tan \delta b$$

$$\Sigma Rh = 0,0154 \times 10,5 + 67,582 \tan 35,64$$

$$\Sigma Rh = 59,39$$

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} > 2$$

$$F_{gs} = \frac{59,39}{23,538} > 2$$

$$F_{gs} = 2,52 > 2$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap guling sebesar kali lebih kecil dari *safety factor* yang disyaratkan sebesar 2. Maka hasil stabilitas penggulingan adalah aman.

c. Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dapat dihitung menggunakan persamaan Terzaghi pada halaman selanjutnya :

$$q_{ult} = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0,5.B.N_\gamma$$

$$q_{ult} = 0,022 \times 62,65 + 1,667 \times 1,5 \times 46,51 + 0,5 \times 10,5 \times 49,82$$

$$q_{ult} = 298,899 \text{ T/m}^2$$

Dengan nilai SF = 3, maka didapatkan daya dukung yang diijinkan sebagai berikut :

$$q_{all} = q_{ult}/FS$$

$$q_{all} = 298,899/3$$

$$q_{all} = 99,633 \text{ T/m}^2$$

evaluasi kapasitas daya dukung pondasi langsung (*bearing capacity*)

$$q_{maks} = \frac{\Sigma v}{B} \left( 1 + \frac{6.e}{B} \right)$$

$$q_{maks} = \frac{97,016}{10,5} \left( 1 + \frac{6 \times 0,64}{10,5} \right)$$

$$q_{maks} = 3,74 < q_{all}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil analisis stabilitas terhadap stabilitas keruntuhan tanah lebih kecil dari daya dukung ijin. Maka hasil stabilitas daya dukung tanah adalah aman.

### 5.3 Analisis Penulangan Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi

a. Penulangan pada Pelat

Penulangan pelat pada keseluruhan tipe pelat di asumsikan dengan menggunakan momen yang sama. Tulangan yang digunakan adalah tulangan D25 dengan mutu  $F_y = 420 \text{ Mpa}$ .

1) Menghitung Momen Ultimit ( $M_u$ )

$$M_u = 1,6 (0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot (h)^2)(l) + (0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot (h)^2)(l) + (0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot (h)^2)(l) + (0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot (h)^2)$$

$$\begin{aligned}
&= 1,6(0,5 \times 0,32 \times (1,33^2))(3) + (0,5 \times 0,32 \times 0,9 \times (2,18^2))(1,09) + (0,5 \times 0,32 \times 0,9 \times (2,18^2))(0,73) + (0,5 \times 0,32 \times 1 \times (2,18^2))(0,73) \\
&= 65,066 \text{ Tm} \\
&= 683,3 \text{ Knm}
\end{aligned}$$

## 2) Hitungan Tulangan Momen

$$Mu = 683,3 \text{ Knm}$$

$$b = 1000 \text{ mm ( tinjauan per meter panjang)}$$

$$\begin{aligned}
d &= \text{tebal dinding} - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan} \\
&= 700 - 75 - 25 \text{ mm} \\
&= 600 \text{ mm.}
\end{aligned}$$

- Hitungan penulangan per meter panjang :

$$\left(-\frac{1}{2} \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot b\right)a^2 + (0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot d)a - \left(\frac{Mu}{\phi}\right) = 0$$

$$\left(-\frac{1}{2} \cdot 0,85 \cdot 20 \cdot 1000\right)a^2 + (0,85 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 600)a + \left(\frac{683,97 \times 10^6}{0,8}\right) = 0$$

$$(-8500)a^2 + (10200000)a - (854962500) = 0$$

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai  $a_1 = 1109,32 \text{ mm}$  dan  $a_2 = 90,67 \text{ mm}$ , maka dipakai  $a = 90,67$ .

$$\begin{aligned}
C &= 90,67 / 0,85 \\
&= 106,67 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\epsilon_s &= \frac{d-c}{c} \cdot \epsilon_{cu} \\
&= \frac{600 - 106,67}{106,67} \cdot 0,003 = 0,0139
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f_s &= \epsilon_s \times E_s \\
&= 0,0139 \times 2 \cdot 10^5 \\
&= 2780 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Nilai tegangan tersebut melebihi nilai tegangan leleh ijin yaitu sebesar 420 MPa, maka nilai  $f_s$  diambil sebesar  $f_y = 420 \text{ MPa}$ .



$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_s} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 90,67 \cdot 1000}{420} \\
 &= 1589,17 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Rasio Penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho_{maks} &= \frac{0,85 \beta_1 f_c'}{f_y} \times \frac{\varepsilon_{cu} E_t}{\varepsilon_u E_t + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 20}{420} \times \frac{0,003 \cdot 0,005}{0,003 \cdot 0,005 + 420} \\
 &= 0,0129
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_s}{b \cdot d} \\
 &= \frac{1527,17}{1000 \cdot 1400} \\
 &= 0,0038 > \rho_{min}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 tahun 2013 pasal 14.3.3, Batasan nilai  $\rho_{min}$  adalah sebesar 0,0020, sehingga rasio penulangan yang dipakai adalah tetap yaitu 0,0038.

- Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{1527,17}{\frac{1}{4} \pi x (25)^2} \\
 &= 3,12 \text{ buah} = 4 \text{ buah.}
 \end{aligned}$$

- Jarak Antar Tulangan

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{1000}{n} \\
 &= \frac{1000}{4} \\
 &= 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka tulangan dipakai adalah D25 – 250 (dua sisi).

### 3) Hitungan Tulangan Susut dan Suhu Dinding

- Hitungan penulangan per meter panjang :

Besarnya tulangan tulangan susut menurut SNI 2847 tahun 2013 untuk baja deform (BJTD ) mutu tidak kurang dari 420 MPa. Diameter yang digunakan untuk tulangan susut dinding adalah D16 mm. besarnya tulangan susut dan suhu minimum adalah  $0,002bh$  sehingga luas tulangan adalah

$$A_s = 0,002bh = 0,002.1000.700 = 1400 \text{ mm.}$$

- jumlah tulangan

$$n = \frac{1400}{\frac{1}{4} \times \pi \times (16)^2}$$

$$= 4,97 \text{ buah} = 5 \text{ buah}$$

- Jarak Tulangan

$$S = \frac{1000}{n}$$

$$= \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Maka pada tulangan susut dinding penahan dapat digunakan tulangan diameter 16 mm dengan jarak 200 mm dengan dua sisi.

Pada perhitungan pondasi dilakukan perhitungan yang sama seperti pada perhitungan penulangan pada pelat. Sedangkan pada bagian balok induk dilakukan analisis tulangan balok kantilever . Detail penulangan pada masing-masing elemen dinding penahan tanah dapat dilihat pada Lampiran 2-1. Rekapitulasi perhitungan pembesian pada dinding penahan tanah beton berkisi dapat dilihat pada tabel 5.13.

**Tabel 5. 13 Rekapitulasi Penulangan Pada Dinding Penahan Tanah**

		Balok Induk	Balok Anak		Pelat tipe 1,2 3 dan 4	Pondasi
Tulangan Lapangan	Tarik	5D 25	3D 19	Momen	D25- 250	D25- 250
	Tekan	2D 25	2D 19			
Tulangan Tumpuan	Tarik	-	3D 19	Susut	D16-200	D16- 250
	Tekan	-	2D 19			
Tulangan Geser	Tumpuan		D12-100			
	Lapangan	D12-100	D12-150			

#### 5.4 Identifikasi Pekerjaan Dinding Penahan Tanah pada Embung

Dalam melakukan identifikasi pekerjaan konstruksi embung, penelitian ini menggunakan dasar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.28 Tahun 2016. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 28 tahun 2016 terdapat beberapa jenis pekerjaan yang dianalisis pada pekerjaan tubuh embung. Detail pekerjaan konstruksi tubuh embung dapat dilihat pada tabel 5.14.

**Tabel 5. 14 Jenis-jenis Pekerjaan Pada Konstruksi Embung**

No	KOMPONEN	JENIS PEKERJAAN						
		Tanah	Pasangan	Beton	Pancang	PA+HM	Dewatering	Lain-lain
<b>1.</b>	<b>PEKERJAAN POKOK BANGUNAN EMBUNG</b>							
1.1	Pondasi bangunan embung (Galian tanah, tiang pancang, siklop, <i>dewatering</i> )	✓			✓		✓	
1.2	Tubuh embung (Galian tanah, batu, pasir, <i>split treatment</i> , beton, pasangan, dan instrumentasi)	✓	✓	✓			✓	✓
1.3	<i>Spillway</i> (Galian tanah, timbunan, beton, pasangan <i>dewatering</i> .)	✓	✓	✓			✓	✓
	a. Peredam energi		✓					
	b. Pekerjaan lain-lain							✓
1.4	Intake (Galian tanah, timbunan, beton, pasangan <i>dewatering</i> )	✓	✓	✓	✓		✓	✓

Sumber : Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016

#### 5.5 Analisis Biaya Pekerjaan Dinding Penahan

Dalam melakukan analisis biaya pekerjaan pada dinding penahan tanah, terlebih dahulu dihitung besaran biaya harga satuan dari masing – masing pekerjaan dan volume pekerjaan. Setelah diketahui besar volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan barulah dapat dihitung biaya pada pekerjaan tersebut.

##### 5.5.1 Satuan Harga Barang dan Jasa

Satuan harga barang dan jasa yang digunakan dalam penelitian ini adalah Satuan Harga Barang dan Jasa di Kabupaten Boyolali tahun 2018, sama seperti satuan harga barnng dan jasa pada Embung Sidorejo (eksisting). Rekapitulasi harga barang dan jasa yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5. 15 dan tabel 5.16 pada halaman selanjutnya.

**Tabel 5. 15 Harga Satuan Upah**

No	Uraian	Satuan	Harga Upah
1	Pekerja	OH	65.000
2	Mandor	OH	100.000
3	Kepala Tukang	OH	85.000
4	Tukang Kayu	OH	80.000
5	Tukang Batu	OH	80.000
6	Tukang Besi	OH	80.000

Sumber : Satuan Harga Barang dan Jasa Kabupaten Boyolali 2018

**Tabel 5. 16 Harga Satuan Barang**

No	Jenis Bahan	Satuan	Harga (Rp)
1	Batu Belah/ Batu Pecah	M <sup>3</sup>	275.000
2	Batu/ Batu Kali/ Batu Belah	M <sup>3</sup>	282.000
3	Kayu Sengon Usuk 5/7	M	2,013,000
4	Kayu Sengon Papan	M	2.300,000
5	Minyak Bekisting	Lt	6.000
6	Paku	Kg	14.400
7	Pasir Beton	M <sup>3</sup>	267.000
8	Pasir Pasang Kali/Gunung	M <sup>3</sup>	265.000
9	PC/ Portland Cement	Kg	1.130
10	Besi Tulangan Polos	Kg	8.800
11	Baja Tulangan Ulir	Kg	10.950
12	Pasir Beton Muntilan	Kg	217

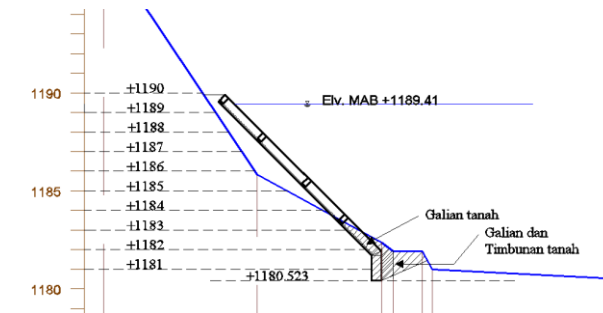
Sumber : Satuan Harga Barang dan Jasa Kabupaten Boyolali 2018

### 5.5.2 Perhitungan Volume pekerjaan

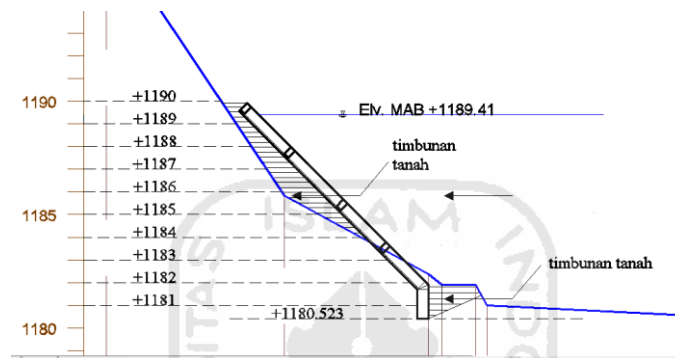
Untuk menghitung besaran biaya yang diperlukan pada pekerjaan dinding penahan, terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan dengan menghitung tiap item pekerjaan. Volume yang dihitung adalah volume galian, volume timbunan, volume beton, volume pasangan batu kali, volume pembesian, serta volume bekisting.

#### 1. Pekerjaan Galian dan Timbunan

Perhitungan volume galian tanah dimulai dengan mencari keseluruhan luasan galian tanah pada tiap elevasi tanah. Ilustrasi pekerjaan galian dan timbunan tanah dapat dilihat pada gambar 5.4 dan gambar 5.5 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 5. 4 Potongan Galian Tanah pada titik P2+50**



**Gambar 5. 5 Potongan Galian Tanah Pada Titik P2+50**

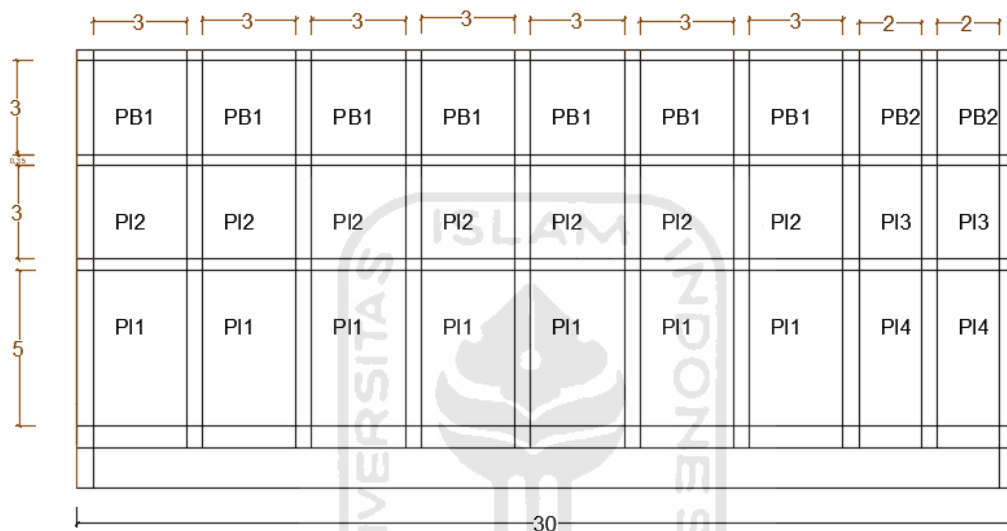
Pada pekerjaan galian dan timbunan, volume pekerjaan dapat dicari dengan menghitung luasan galian serta timbunan pada setiap eleasi pada dinding penahan dengan menggunakan *software* AutoCAD 2015, kemudian dikalikan dengan panjang bentang yaitu 30 m. Rekapitulasi volume pekerjaan galian dan timbunan tanah dapat dilihat pada tabel 5.17.

**Tabel 5. 17 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Galian dan Timbunan Tanah**

No	Pekerjaan Timbunan			Pekerjaan Galian		
	Elevasi (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Elevasi (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1	+1180,53	0,3929	11,787	+1180,53	0,9821	29,463
2	+1181	1,8142	54,426	+1181	2,8471	85,413
3	+1182	0	0	+1182	1,2835	38,505
4	+1183	0	0	+1183	0,4971	14,913
5	+1184	0,608	18,24			
6	+1185	1,1628	34,884			
7	+1186	1,2451	37,353			
8	+1187	0,9145	27,435			
9	+1188	0,5838	17,514			
10	+1189	0,2648	7,944			
Jumlah			209,583			168,294

## 2. Pekerjaan Beton Mutu K225

Volume pekerjaan beton K225 dihitung berdasarkan luasan total dari pondasi, balok dan pelat beton dinding. Luasan dinding penahan dapat diperoleh dengan mencari luasan dari tiap bagian dinding. Dimensi dinding dianggap tipikal sepanjang bentang keseluruhan yaitu 30 meter. Berikut ini adalah ilustrasi luasan bagian pada dinding penahan yang dapat dilihat pada gambar 5.6.



**Gambar 5. 6 Pembagian Kodifikasi dan Luasan Dinding Penahan Tanah**

### a. Volume Pondasi

$$\text{Panjang} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume pondasi} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$= 30 \times 1 \times 1,5$$

$$= 45 \text{ m}^3$$

### b. Volume Balok Induk ( BI )

$$\text{Panjang} = 12,73 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 10 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton pada balok induk B1} &= P \times L \times T \times \text{jumlah balok} \\
 &= 12,73 \times 0,5 \times 0,7 \times 10 \\
 &= 44,56 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Volume beton pada balok anak ( Ba )

$$\text{Panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 36 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton pada balok anak Ba1} &= P \times L \times T \times \text{jumlah balok} \\
 &= 3 \times 0,35 \times 0,5 \times 36 \\
 &= 18,90 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

d. Volume beton pada pelat tipe 1

$$\text{Panjang} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 7 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton pada balok anak Ba1} &= P \times L \times T \times \text{jumlah pelat} \\
 &= 5 \times 3 \times 0,7 \times 7 \\
 &= 73,50 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

e. Volume beton pada pelat tipe 2

$$\text{panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 7 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton pada balok anak Ba1} &= P \times L \times T \times \text{jumlah pelat} \\
 &= 3 \times 3 \times 0,7 \times 7 \\
 &= 44,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

f. Volume beton pada pelat tipe 3

panjang = 3 m

Lebar = 2 m

Tinggi = 0,7 m

Jumlah = 2 buah

Volume beton pada balok anak Ba1 =  $P \times L \times T \times \text{jumlah pelat}$

$$= 2 \times 3 \times 0,7 \times 2$$

$$= 8,4 \text{ m}^3$$

g. Volume beton pada pelat tipe 4

panjang = 5 m

Lebar = 2 m

Tinggi = 0,5 m

Jumlah = 2 buah

Volume beton pada balok anak Ba1 =  $P \times L \times T \times \text{jumlah pelat}$

$$= 5 \times 2 \times 0,7 \times 2$$

$$= 14 \text{ m}^3$$

Rekapitulasi Volume Kebutuhan beton K225 pada masing- masing elemen dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel 5.18 .

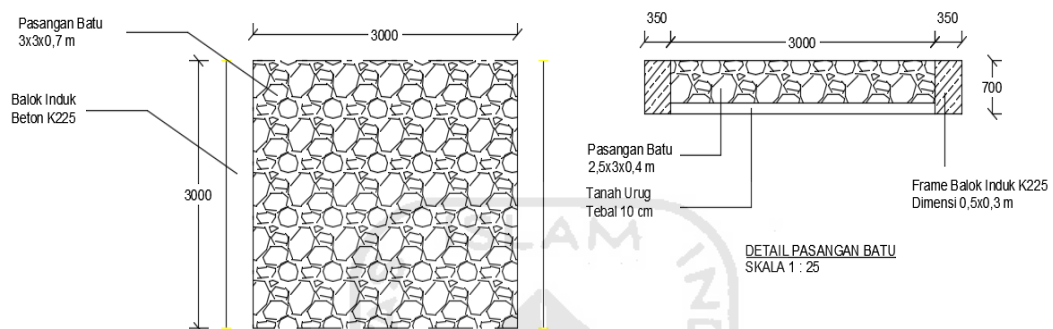
**Tabel 5. 18 Rekapitulasi Kebutuhan Beton K225**

Kode	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah	Total (m <sup>3</sup> )
Pondasi	30	1	1,5	45	1	45
BI	12,73	0,5	0,7	4,456	10	44,56
Ba	3	0,35	0,7	1,05	36	28,35
PI1	5	3	0,7	10,5	7	73,5
PI2	3	3	0,7	6,3	7	44,10
PI3	3	2	0,7	4,2	2	8,4
PI4	5	2	0,7	7	2	14
jumlah						261,06



### 3. Pekerjaan Pasangan Batu

Volume pekerjaan pasangan batu dapat diperoleh dengan . Luasan dinding penahan dapat diperoleh dengan mencari luasan dari tiap bagian dinding. Dimensi dinding dianggap tipikal dengan jumlah 9 buah. Berikut ini adalah dimensi pada pekerjaan pasangan batu yang dapat dilihat pada gambar 5.7 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 5. 7 Potongan Denah Pasangan Batu**

#### a. Pasangan Batu 1

Panjang = 3 m

Lebar = 3 m

Tinggi = 0,7 m

Jumlah = 7 buah

Volume Pasangan batu =  $P \times L \times T \times \text{jumlah pelat}$

$$= 3 \times 3 \times 0,7 \times 7$$

$$= 44,10 \text{ m}^3$$

#### b. Pasangan Batu 2

Panjang = 3 m

Lebar = 2 m

Tinggi = 0,7 m

Jumlah = 2 buah

Volume Pasangan batu =  $P \times L \times T \times \text{jumlah pelat}$

$$= 3 \times 2 \times 0,7 \times 2$$

$$= 8,40 \text{ m}^3$$

#### 4. Volume Tulangan

Pada perhitungan volume pembesian akan dihitung berdasarkan pembagian potongan pada dinding penahan. Besi yang digunakan adalah besi ulir dengan diameter 25 mm (D25) dengan berat per meter 3,85 Kg, diameter 19mm(D19) dengan panjang 12m dan berat 46,2 kg, sehingga berat per meter besi tersebut adalah 2,23 kg, serta digunakan pula besi dengan diameter 12mm(D12) dengan panjang 12m dan berat 10,656 kg, sehingga untuk berat permeternya adalah 0,888 kg.berikut ini adalah perhitungan kebutuhan penulangan besi pada dinding penahan tanah pada balok induk serta balok anak :

##### a. Kebutuhan Tulangan Balok Induk

Tulangan Pokok (D25)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tulangan Tekan} &= n \times L \\
 &= 5 \times 12,37 \\
 &= 62,85 \text{ m} \\
 \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\
 &= 62,85 \times 3,85 \\
 &= 241,97 \text{ Kg} \\
 \text{Panjang Tulangan Tarik} &= n \times L \\
 &= 2 \times 12,73 \\
 &= 25,74 \text{ m} \\
 \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\
 &= 25,74 \times 3,85 \\
 &= 99,1 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan Geser pada Balok Induk (D12)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tul. Geser} &= \text{Panjang balok} / \text{jarak sengkang} \\
 &= 12,73 / 0,15 \\
 &= 84,87 \text{ buah} \\
 &= 85 \text{ buah} \\
 \text{Panjang Tul. Geser} &= n \times \text{panjang tul. Geser} + \text{Kait} \\
 &= 85 \times 1,8 + 0,072 \\
 &= 84,87 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\ &= 84,87 \times 0,888 \\ &= 75,362 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan D25 pada Balok Induk} &= 241,97 + 99,1 \times \text{jumlah balok} \\ &= 341,08 \text{ Kg} \times 10 \\ &= 3410,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan D12 pada Balok Induk} &= \text{berat} \times \text{jumlah balok} \\ &= 75,362 \text{ Kg} \times 10 \\ &= 753,62 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Tulangan Balok Anak

Tulangan Pokok pada Area Tumpuan (D19)

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan Tekan} &= n \times L \\ &= 2 \times 0,75 \\ &= 2,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\ &= 2,26 \times 2,26 \\ &= 5,11 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Tulangan Tarik} &= n \times L \\ &= 3 \times 0,75 \\ &= 3,01 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \times 2 \\ &= 3,10 \times 2,26 \times 2 \\ &= 13,61 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Tulangan Pokok pada Area Lapangan D19

$$\begin{aligned} \text{Panjang Tulangan Tekan} &= n \times L \\ &= 2 \times 1,5 + 0,76 \\ &= 3,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\ &= 3,76 \times 2,26 \\ &= 8,5 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Tulangan Tarik} &= n \times L \\
 &= 3 \times 1,5 + 0,76 \\
 &= 5,26 \text{ m} \\
 \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\
 &= 5,26 \times 2,26 \\
 &= 11,89 \text{ Kg} \\
 \text{Tulangan Geser pada Area Tumpuan (D12)} & \\
 \text{Jumlah Tul. Geser} &= \text{Panjang Area tumpuan/ jarak sengkang} \\
 &= 0,75/ 0,1 \\
 &= 7,5 \text{ buah} \\
 &= 8 \text{ buah} \\
 \text{Panjang Tul. Geser} &= n \times \text{panjang tulangan geser} \\
 &= 8 \times 1,5 \\
 &= 11,25 \text{ m} \\
 \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\
 &= 11,25 \times 0,888 \\
 &= 9,99 \text{ Kg} \\
 \text{Tulangan Geser pada Area Lapangan D12} & \\
 \text{Jumlah Tul. Geser} &= \text{Panjang Area tumpuan/ jarak sengkang} \\
 &= 1,5/ 0,15 \\
 &= 10 \text{ buah} \\
 \text{Panjang Tul. Geser} &= n \times \text{panjang tul. Geser} \\
 &= 10 \times 1,5 \\
 &= 15 \text{ m} \\
 \text{Berat Total Tulangan} &= \text{panjang tulangan} \times \text{Berat per meter} \\
 &= 15 \times 0,888 \\
 &= 13,32 \text{ Kg} \\
 \text{Berat Total Tulangan D19 pada Balok Anak} &= 13,61 + 10,22 + 11,89 + 8,5 \\
 &\quad \times \text{jumlah balok} \\
 &= 44,21 \text{ Kg} \times 27 \\
 &= 1193,56 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total Tulangan D12 pada Balok Anak} &= 9,99 + 13,32 \times \text{jumlah balok} \\
 &= 23,31 \text{ Kg} \times 27 \\
 &= 629,37 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Pada analisis kebutuhan penulangan pada Pelat tipe 1, Pelat tipe 2, Pelat tipe 3, Pelat tipe 4 serta pondasi, perhitungan dilakukan per meter panjang, dengan asumsi penulangan pada pondasi sama seperti pada penulangan pelat. Rekapitulasi kebutuhan tulangan dalam satuan Kilogram dapat dilihat pada tabel 5.19 berikut ini

**Tabel 5.19 Rekapitulasi Penulangan Pada Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi dalam satuan Berat (Kg)**

		Balok Induk	Balok Anak		Pelat (Kg)	Pondasi (Kg)
Tulangan Lapangan	Tarik	241,97	11,89	Pelat 1	105,587	705,32
	Tekan	99,1	8,5	Pelat 2	74,787	
Tulangan Tumpuan	Tarik		10,22	Pelat 3	66,887	28,77
	Tekan		13,60	Pelat 4	97,687	
Tulangan Geser	Tumpuan		9,99			
	Lapangan	75,36	13,32			

#### 5. Volume Bekisting

Dalam perhitungan kebutuhan bekisting, terlebih dahulu dihitung luasan struktur masing - masing elemen yaitu balok induk, balok anak, dan pelat dan pondasi, kemudian dikalikan dengan jumlah masing masing elemen. Pada pekerjaan dinding penahan tanah, salah satu sisi bagian dalam pada elemen struktur tidak diberikan bekisting, namun menggunakan tanah asli sebagai bekisting.

##### a. Pelat tipe 1

$$\text{Panjang} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 7 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = \text{Luas Pelat} \times \text{Jumlah Pelat}$$

$$= (4,5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 7$$

$$= 94,5 \text{ m}^2$$

b. Pelat tipe 2

$$\text{Panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 7 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = \text{Luas Pelat} \times \text{Jumlah Pelat}$$

$$= (3 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 7$$

$$= 63 \text{ m}^3$$

c. Pelat Tipe 3

$$\text{Panjang} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = \text{Luas pelat} \times \text{Jumlah pelat}$$

$$= (3 \text{ m} \times 2 \text{ m}) \times 2$$

$$= 12 \text{ m}^2$$

d. Pelat Tipe 4

$$\text{Panjang} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = \text{Luas 3 sisi balok} \times \text{Jumlah Balok}$$

$$= (4,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}) \times 2$$

$$= 18 \text{ m}^2$$

e. Balok Induk

$$\text{Panjang} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 12,73 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 10 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = \text{Luas 2 sisi balok} \times \text{Jumlah Balok}$$

$$= (0,7 \times 12,73) + (0,5 \times 12,73) \times 10$$

$$= 8,911 \text{ m}^2$$

## f. Balok Anak

Panjang = 3 m

Lebar = 0,5 m

Tinggi = 0,35 m

Jumlah = 36 buah

Volume = Luas 1 sisi balok x Jumlah Balok

$$= (0,35 \times 3) \times 27$$

$$= 28,35 \text{ m}^2$$

**Tabel 5. 20 Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting**

Kode	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Total (m <sup>2</sup> )
Pondasi	30	0,5	1,29	53,7	1	53,70
PI1	5	3		15	7	105
PI2	3	3		9	7	63
PI3	3	2		6	2	12
PI4	3	3		9	2	18
BI	12,73	0,5	0,7	8,911	10	89,11
Ba	3	0,35	0,7	3,15	27	28,35
$\Sigma$						369,16

### 5.5.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Sebagai acuan perhitungan, koefisien diambil dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.28 tahun 2016, Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Perhitungan harga satuan meliputi perhitungan harga satuan pekerjaan galian, pekerjaan timbunan, pekerjaan beton, pekerjaan pasangan batu kali, pekerjaan pembesian, serta pekerjaan bekisting.

#### 1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian

Pada pekerjaan tanah, analisa harga satuan meliputi pekerjaan galian, pekerjaan timbunan serta pekerjaan pemadatan. Pada pekerjaan galian tanah digunakan alat berat berupa Excavator dan Dump truck untuk memudahkan pekerjaan, dengan asumsi kapasitas bucket Excavator adalah 0,93 m<sup>3</sup> dan kapasitas bak pada Dump truck adalah 4 m<sup>3</sup>. Perhitungan koefisien tenaga kerja dan alat dapat dilihat pada Lampiran 4 tabel 1 Analisa koefisien tenaga kerja dan alat. Analisa harga satuan

pekerjaan galian, pekerjaan timbunan dan pekerjaan pemadatan dapat dilihat pada table 5.21 , tabel 5.22 dan tabel 5.23.

**Tabel 5. 21 Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Galian Biasa Menggunakan Excavator dan Dump Truck**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	Jam	0,0511	65.000	3.315,0
2	Mandor	L.04	Jam	0,0256	100.000	2.650,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					5.875,0
B	Bahan					
	Jumlah Harga Bahan					
C	Peralatan					
1	Excavator		Jam	0,0256	312.300	7.995,0
2	Dump Truck		Jam	0,3344	242.900	81.226,0
	Jumlah Harga Peralatan					89.226,0
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					95.096,0
E	Overhead+Profit (15%)			0.15		14.264,4
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					109.360,4

**Tabel 5. 22 Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Timbunan**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,33	65.000	21.450,0
2	Mandor	L.04	OH	0,033	100.000	3.300,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					24.750,0
B	Bahan					
	Jumlah Harga Bahan					
C	Peralatan					
	Jumlah Harga Peralatan					
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					24.750,0
E	Overhead+Profit (15%)			0,15		3.713,75
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					28.463



**Tabel 5. 23 Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Pemadatan**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,5	65.000	32.500,0
2	Mandor	L.04	OH	0,05	100.000	5.000,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					37.500,0
B	Bahan					
	Jumlah Harga Bahan					
C	Peralatan					
1	Pemadat Timbunan		Hari	0,05	150.000	7.500,0
	Jumlah Harga Peralatan					7.500,0
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					45.000,0
E	Overhead+Profit (15%)			0,15		6.750,50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					51.750,00

## 2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Batu

Analisa harga satuan pekerjaan meliputi pekerjaan batu kosong, pekerjaan acian, pekerjaan plesteran, serta pekerjaan campuran mortar. Analisa harga satuan pekerjaan galian dapat dilihat pada table 5.24 , tabel 5.25 dan tabel 5.26.

**Tabel 5. 24 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m<sup>3</sup> Batu Kosong**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1	65.000	65.000,0
2	Tukang Batu	L.02a	OH	0,5	80.000	40.000,0
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,05	85.000	4.250,0
4	Mandor	L.04	OH	0,1	100.000	10.000,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					119.250,0
B	Bahan					
1	Batu Belah		m <sup>3</sup>	1,2	275.000	330.000
	Jumlah Harga Bahan					330.000
C	Peralatan					
	Jumlah Harga Peralatan					
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					449.250,0
E	Overhead+Profit (15%)			0,15		67.388,0
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					516.638,00

**Tabel 5. 25 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m<sup>3</sup> Acian**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,2	65.000	13.000,0
2	Tukang Batu	L.02a	OH	0,1	80.000	8.000,0
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,01	85.000	850,0
4	Mandor	L.04	OH	0,01	100.000	1.000,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					22.850,0
B	Bahan					
1	Portland Cement		Kg	1,2	1.130	1.356,0
	Jumlah Harga Bahan					1.356,0
C	Peralatan					
	Jumlah Harga Peralatan					
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					24.206,0
E	Overhead+Profit (15%)			0,15		3.631,0
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					27.837,00

**Tabel 5. 26 Analisa Harga Satuan Plesteran 1cm dengan Mortar tipe S**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,3	65.000	19.500,0
2	Tukang Batu	L.02a	OH	0,15	80.000	12.000,0
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,015	85.000	1.275,0
4	Mandor	L.04	OH	0,03	100.000	3.000,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					35.775,0
B	Bahan					
1	Pasir Pasang		m <sup>2</sup>	0,016	265.000	4.240,0
2	Portland Cement		Kg	5,84	1.130	6.599,20
	Jumlah Harga Bahan					10.839,20
C	Peralatan					
	Jumlah Harga Peralatan					
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					46.614,0
E	Overhead+Profit (15%)			0,15		6.992
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					53.606,00

### 3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton K225

Analisa harga satuan pekerjaan beton 1 m<sup>3</sup> mutu K225 (20 Mpa), dengan menggunakan molen beton. Untuk perhitungan pekerjaan beton digunakan beton

dengan mutu K225, tidak sama seperti mutu beton yang digunakan pada proyek pembangunan Embung Sidorejo (eksisting). Berikut ini adalah analisa harga satuan pekerjaan beton yang dapat dilihat pada tabel 5.27.

**Tabel 5. 27 Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Beton K225**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koeff	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,323	65.000	85.995,0
2	Tukang Batu	L.02a	OH	0.189	80.000	15.120,0
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,018	85.000	1.615,0
4	Mandor	L.04	OH	0,132	100.000	13.200
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					115.930,00
B	Bahan					
1	PC/ Portland Cement		Kg	371	1.130000	419.230,0
2	PB/ Pasir Beton		Kg	698	217	151.446,0
3	Kr/ Kerikil		Kg	1047	174,07	182.251,0
4	Air		L	215	80	17.200,00
	Jumlah Harga Bahan					770.147,00
C	Peralatan					
1	Molen		Hari	0.250	400.000	100.000,0
	Jumlah Harga Peralatan					100.000,0
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					986. 077,53
E	Overhead+Profit (15%)			0.15		141.912,0
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.133.989,0

#### 4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembesian

Analisa harga satuan pekerjaan pembesian 100 Kg untuk penulangan besi diameter 25, 19, 16, dan 12 untuk penulangan balok ,pelat dan pondasi. Berikut ini adalah analisa harga satuan pekerjaan penulanganper 100 Kg besi yang dapat dilihat pada tabel 5.28

**Tabel 5. 28 Analisa Harga Satuan 100 Kg Pekerjaan Pembesian**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koeff	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,36	65.000	45.000,0
2	Tukang Kayu	L.02b	OH	0.18	80.000	56.000,0

**Lanjutan Tabel 5.28 Analisa Harga Satuan 100 Kg Pekerjaan Pembesian**

1	2	3	4	5	6	7
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,018	85.000	5950
4	Mandor	L.04	OH	0,036	100.000	7.000,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					114.450
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
1	Besi Beton ulir/polos		Kg	105	10.950	1.149,750
2	Kawat ikat		Kg	1,5	17.100	4.320,0
	Jumlah Harga Bahan					1.175.400
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
	Jumlah Harga Peralatan					
<b>D</b>	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					1.289.850,0
<b>E</b>	Overhead+Profit (15%)			0.15		193,478
<b>F</b>	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)/100 (1Kg)					14.883

#### 5. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting

Analisa harga satuan dihitung berdasarkan Permen PUPR No.28 tahun 2016 tentang Analisa Harga Satuan tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum dengan bahan material dan upah pekerja sesuai dengan Satuan Harga Barang dan Jasa Kabupaten Boyolali tahun 2018. Analisa harga satuan pekerjaan Bekisting dapat dilihat pada table 5.25.

**Tabel 5. 29 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1m<sup>2</sup> Bekisting**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koeff	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>A</b>	<b>Tenaga Kerja</b>					
1	Pekerja	L.01	OH	0,36	65.000	23.400,0
2	Tukang Kayu	L.02b	OH	0.18	80.000	14.400,0
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,018	85.000	1.530,0
4	Mandor	L.04	OH	0,036	100.000	2.700,0
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					42.930,0
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
1	Papan 3/20 kayu kelas II		m <sup>2</sup>	0,014	2.300.000	32.200,0
2	Kaso 5/7 cm		m <sup>2</sup>	0,005	2.013.000	10.065,0
3	Paku 5cm dan 7cm		Kg	0,3	14.400	4.320,0

**Lanjutan Tabel 5.29 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1m<sup>3</sup> Bekisting**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koeff	Harga Satuan	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
4	Minyak Bekisting		L	0,2	6.000	1.200,0
	Jumlah Harga Bahan					47.785,0
C	Peralatan					
	Jumlah Harga Peralatan					
D	Jumlah Harga Pekerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					90.715,0
E	Overhead+Profit (15%)			0.15		13.607,0
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					104.332,00

#### 5.5.4 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan

Setelah melakukan perhitungan volume pekerjaan pada dinding penahan tanah yaitu pekerjaan galian dan timbunan, volume beton, volume pembesian, dan volume bekisting, maka dapat dilakukan perhitungan biaya yang diperlukan dengan cara mengalikan volume setiap item pekerjaan dengan analisa harga satuan pekerjaan. Rencana anggaran biaya dinding penahan tanah tipe beton berkisi dapat dilihat pada tabel 5.31 pada halaman selanjutnya.

**Tabel 5. 30 Rencana Anggaran Biaya Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi**

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>			
1	Galian Tanah Manual Sedalam > 2 sd.3 m semi mekanis	168,294	Rp.109.360,40	Rp.18.404.699,16
2	Timbunan Tanah Kembali dan Pemasatan Tanah dengan Alat	209,583	Rp.80.213,50	Rp.16.811.176,39
				Rp.35.215.877,55
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Pasangan Batu</b>			
1	Pekerjaan Pasangan Batu Kali 1PC:4PS	52,5	Rp.1.022.79950	Rp.53.696.921,25
2	Plesteran tebal 1cm, dengan mortar jenis PC-PP tipe S	0,75	Rp.53.606,90	Rp.20.877,68
3	Pekerjaan Acian	0,75	Rp.27.837,33	Rp.40.204,75
				Rp.53.758.003,67
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Beton</b>			
1	Pekerjaan Beton Bertulang (K225)	261,06	Rp.1.133.989,88	Rp.296.033.467,98
2	Pemasatan 1m <sup>3</sup> beton pada saat mengecor	261,06	Rp.299,02	Rp.78.059,95
				Rp.296.111.527,93
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Penulangan</b>			
1	Pekerjaan Pemesian per 100kg besi polos atau ulir pelat	14823,17	Rp.14.833,00	Rp.219.,876.156,98
				Rp.219.,876.156,98
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Bekisting</b>			
1	Pekerjaan Bekisting (Papan Kayu 3/20)	369,16	Rp.104.322,00	Rp.38.511.601
				Rp.38.511.601
	Jumlah			Rp.643.73.165,94



## 5.6 Pembahasan

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mengenai tingkat stabilitas dinding penahan pada konstruksi embung antara satu tingkat penahan dengan dua tingkat penahan (eksisting) serta bagaimana perbandingan biaya antara kedua tipe dinding penahan tanah tersebut.

1. Nilai stabilitas pada dinding penahan tanah dengan 1 tingkat atau beton berkisi mendapatkan nilai stabilitas terhadap geser yaitu 4,17, nilai stabilitas terhadap guling sebesar 7,23. Sedangkan pada dinding penahan tanah eksisting atau dua tingkat diperoleh nilai stabilitas terhadap geser sebesar 4,75, nilai stabilitas terhadap guling sebesar 8,02. Selisih gaya-gaya dan momen yang bekerja antara kedua tipe dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel 5.33.

**Tabel 5. 32 Perbandingan Gaya dan Momen yang Bekerja Pada kedua tipe dinding penahan Tanah**

No		EKSISTING	DESAIN	SELISIH
1	Gaya menahan (Tm)	161,169	144,266	16,903
2	Gaya Menggeser (Tm)	24,509	23,538	0,971
3	Momen Menahan (Tm)	651,398	563,314	88,084
4	Momen Mengguling (Tm)	81,255	77,945	3,31

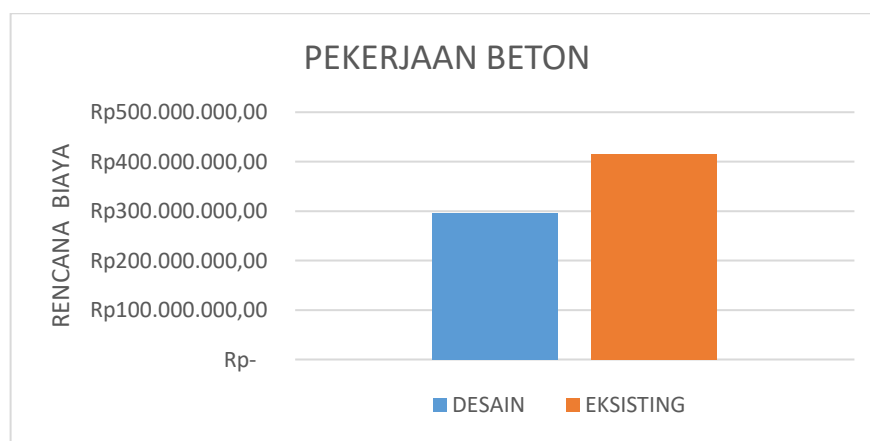
Beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai safety factor antara kedua tipe dinding penahan tanah adalah :

- a. Perbedaan model tingkat antara kedua tipe dinding penahan tanah sangat mempengaruhi nilai safety factor, karena akan berpengaruh pada nilai gaya berat dari masing-masing dinding penahan. Berat sendiri bangunan berfungsi sebagai gaya yang menahan terhadap gaya yang menggulingkan atau menggeser. Semakin besar dimensi dinding penahan maka semakin besar pula gaya dan momen yang bekerja menahan gaya dan momen pengguling/penggasar.
- b. Perbedaan nilai momen pada pembebanan gempa antara kedua tipe dinding penahan disebabkan oleh perbedaan gaya berat bangunan dan jumlah pias (bagian). Metode pseudostatik merubah gaya yang timbul akibat beban



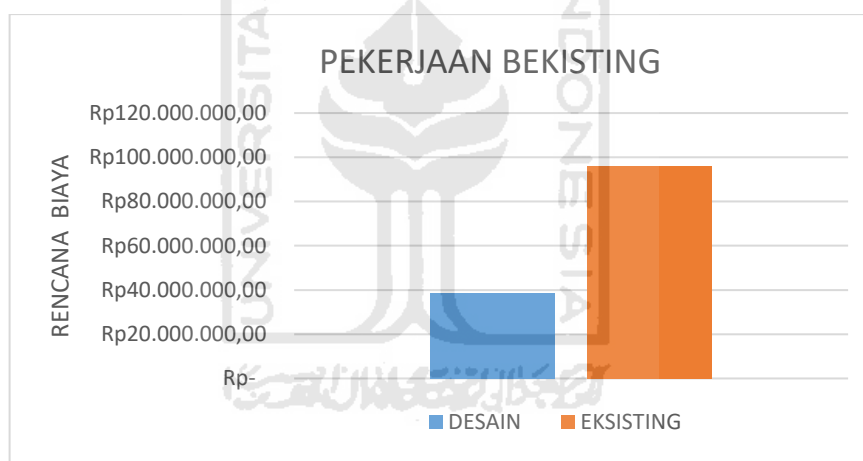
gempa yang berbentuk dinamik menjadi beban statik dengan menerapkan gaya lateral yang bekerja melalui pusat massa, sehingga semakin banyak pembagian pias pada dinding penahan, akan semakin banyak pula momen yang terjadi. Dinding penahan tanah eksisting memiliki 12 buah pias sedangkan pada dinding penahan tanah desain terdapat 7 pias, sehingga momen akibat beban gempa yang terjadi pada dinding penahan eksisting lebih besar.

2. Berdasarkan analisa sebelumnya, diperoleh selisih biaya antara kedua tipe dinding penahan yaitu sebesar Rp. 39.675.626,00. Dari Rencana Anggaran Biaya kedua tipe dinding penahan tersebut diperoleh persentase perbandingan sebesar 5,97 % dimana dinding penahan dengan satu tingkat penahan tipe beton berkisi lebih mahal dari dinding penahan tanah dua tingkat. Beberapa item pekerjaan yang membuat dinding penahan tanah satu tingkat tipe beton berkisi lebih murah dari dinding penahan tanah eksisting adalah sebagai berikut :
  - a. Volume pekerjaan beton pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih kecil dibandingkan dengan dinding penahan tanah eksisting, hal ini dikarenakan oleh kombinasi penggunaan material batu pecah sebagai pengganti beton. Pada dinding penahan tanah eksisting, digunakan beton dengan mutu K175, sedangkan pada dinding penahan tanah desain menggunakan beton mutu K225. Volume kebutuhan beton pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi adalah 261,06 m<sup>3</sup>, sedangkan kebutuhan beton pada dinding penahan tanah eksisting adalah 385,5 m<sup>3</sup>.



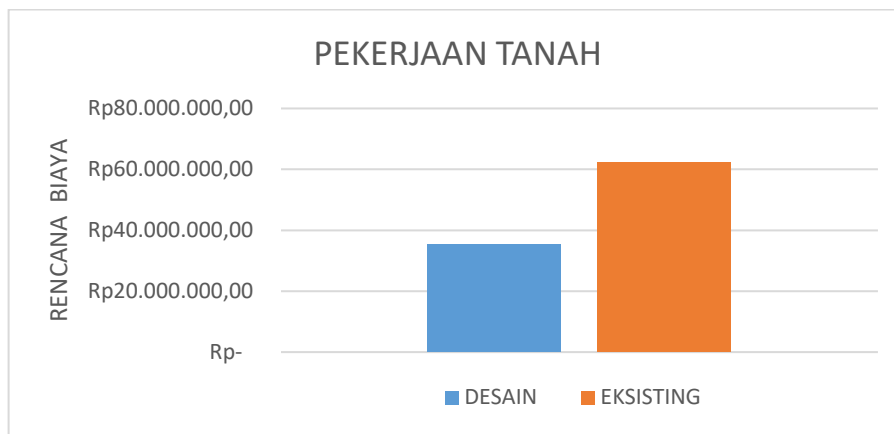
**Gambar 5. 8 Perbandingan Biaya Pekerjaan Beton**

- c. Volume pekerjaan bekisting kayu pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih kecil dibandingkan dengan dinding penahan tanah eksisting, hal ini dikarenakan oleh dimensi dari dinding penahan tipe beton berkisi yang lebih kecil dari dinding penahan tanah eksisting, serta pada dinding penahan tipe beton berkisi, pengecoran dilakukan langsung dengan tanah sebagai bekisting sehingga hanya satu sisi dinding yang diberi bekisting yaitu pada sisi yang bersinggungan langsung pada tanah. Pada rencana anggaran biaya proyek Embung Sidorejo, perhitungan volume bekisting dilakukan dengan menghitung kedua sisi dinding, sehingga volume bekisting lebih besar. Volume kebutuhan bekisting pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi adalah 369,16 m<sup>2</sup>, sedangkan kebutuhan beton pada dinding penahan tanah eksisting adalah 930 m<sup>2</sup>.



**Gambar 5. 9 Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting**

- c. Volume pekerjaan galian dan timbunan pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi jauh lebih kecil dibandingkan dengan dinding penahan tanah eksisting. Volume Pekerjaan galian pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi adalah 168,29 m<sup>3</sup>, dan menggunakan alat berat seperti excavator dan dump truck, sedangkan Pekerjaan Timbunannya adalah 209,58 m<sup>3</sup>. Volume Pekerjaan galian pada dinding penahan tanah eksisting adalah 232,77 m<sup>3</sup>, sedangkan Pekerjaan timbunannya adalah 608,79 m<sup>3</sup>. Perbandingan biaya pada pekerjaan galian dan timbunan dapat dilihat pada halaman selanjutnya.



**Gambar 5. 10 Perbandingan Biaya Pekerjaan Tanah**

Biaya pekerjaan penulangan pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi lebih mahal, hal ini dikarenakan oleh kebutuhan tulangan yang besar akibat dari kecilnya dimensi pada bagian balok-balok, pelat, serta pondasi, yang mengakibatkan diperlukan banyak tulangan agar dapat menahan momen-momen yang diterima oleh dinding penahan tanah tersebut. Pada proyek pembangunan Embung Sidorejo, tulangan yang digunakan pada desain dinding penahan tanah adalah *wiremesh* dengan diameter 10mm, sedangkan pada dinding penahan tanah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan berbagai jenis diameter tulangan yaitu D25, D19, D16, dan D12. Dengan mutu 420 Mpa. Biaya pekerjaan penulangan pada dinding penahan tipe beton berkisi sebesar Rp. 219.876.156,98 sedangkan pada dinding penahan tanah eksisting adalah sebesar Rp. 109.397.561,12.



**Gambar 5. 11 Perbandingan Biaya Pekerjaan Pembesian**

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan stabilitas pada dinding penahan tanah eksisting diperoleh nilai stabilitas terhadap geser sebesar 2,79, nilai stabilitas terhadap geser sebesar 3,51 serta nilai  $q_{maks}$  sebesar 5,56 T/m<sup>2</sup>, sehingga tinjauan stabilitas terhadap ketiga parameter tersebut adalah aman. Sedangkan pada embung tipe beton berkisi satu tingkat diperoleh nilai stabilitas terhadap geser sebesar 2,52 , nilai stabilitas terhadap guling sebesar 2,4 serta nilai  $q_{maks}$  sebesar 3,74 T/m<sup>2</sup>. Tinjauan stabilitas kedua tipe dinding penahan tanah terhadap ketiga parameter stabilitas adalah aman.
2. Perencanaan anggaran biaya pada pekerjaan dinding penahan tanah Eksisting adalah sebesar Rp.683.148791,88. sedangkan pada dinding penahan tanah tipe beton berkisi satu tingkat adalah sebesar Rp.643.73.165,94. Selisih antara kedua jenis dinding penahan adalah sebesar Rp. 39.675.626,00. Prosentase biaya antara kedua model dinding adalah 5,81 % dengan perbandingan biaya 1,06 : 1, dimana dinding penahan satu tingkat tipe beton berkisi lebih murah dari dinding penahan tanah eksisting.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan analisis perhitungan serta pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang akan penulis sampaikan, antara lain sebagai berikut :

1. Diperlukan lebih banyak referensi mengenai dinding penahan tanah tipe beton berkisi.
2. Penelitian ini meneliti perbandingan biaya pada pekerjaan dinding penahan tanah antara dinding penahan tanah eksisting dengan dinding penahan tanah desain

saja. Untuk penelitian yang akan datang dapat dilakukan penelitian secara menyeluruh pada seluruh pekerjaan sehingga dapat diperoleh perbedaan hasil yang lebih signifikan.



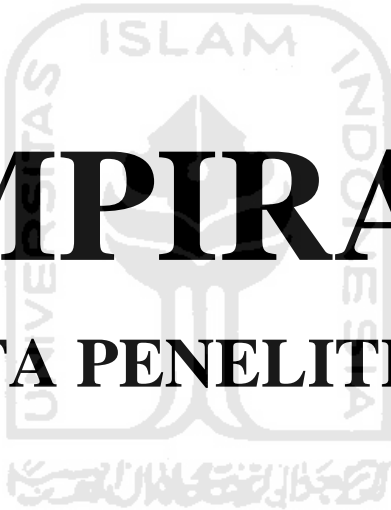
## DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M, 2011. *Principles Of Foundation Engineering 7<sup>th</sup> Edition*, Cengage Learning , Stamford
- Djojowiriono, S, 1984. *Manajemen Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Dimiyati dan Nurjaman, 2014. *Manajemen Proyek*, Pustaka Setia, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan, 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Jilid I, Penerbit Kansius, Yogyakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Jilid II, Penerbit Kansius, Yogyakarta.
- Evrianto, W.I, 2009. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Evrianto, W.I, 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Edisi Ketiga, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Husein, A, (2009). *Manajemen Proyek*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Soeharto, I 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, penerbit Erlangga: Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia No 8460 Tahun 2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.
- Standar Nasional Indonesia No 2052 tentang Baja Tulangan Beton
- Mochammad Dany Fauzan, 2019, *Analisis Perbandingan Biaya dan waktu pelaksanaan Dinding Penahan Tanah menggunakan Beronjong dan Pasangan Batu (Studi kasus : Curug Kyai kate, Purworejo)*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ardhi Setiawan, 2018, *Analisis Perbandingan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan Antara Upah Harian dan Upah Borongan Dengan Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Pengadaan LCD Videotron Jl. Letjen Suprpto, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah)*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Putri Syarifah Nurjanah, 2019, *Analisis Kapasitas Tampung Embung Muaro Jambi di daerah Bukit Mas, Kabupaten Muarojambi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Nurul Annisa, 2108, *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Cahyo Budi Utomo, 2019, *Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pelat Beton Konvensional dengan Pelat Steeldeck*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.





# **LAMPIRAN 1**

## **DATA PENELITIAN**



## Lampiran 1.1 Validasi Data



### PT. ADIGUNA MITRA TERPERCAYA CONSULTANTS

Penyedia Jasa Konsultansi : Studi, Survey, Investigasi, Kelayakan, Design, Supervisi, Manajemen, dan Pelatihan  
Kantor / Studio : Griya Taman Asri A 420 / A 320 Donoharjo, Ngaglik, Sleman, D.I Yogyakarta  
Telp./Fax (0274) 869816, E-mail:amt\_consultants@yahoo.co.id

#### SURAT KETERANGAN

Nomor : 002/AMT/X/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Purwosasmto, ST.

Jabatan : Direktur Operasional dan SDM

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Agam Irfanda

NIM : 13511117

Status : Mahasiswa Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Yang bersangkutan telah melakukan permohonan data kegiatan **Review Desain Embung Sidorejo** untuk keperluan Tugas Akhir, adapun data yang telah diberikan oleh PT Adiguna Mitra

Terpercaya Consultants adalah :

1. Data properties Tanah
2. Denah Bangunan Dinding Penahan Tanah
3. Gambar Potongan Melintang pada cross P2 + 50 dan P2 + 75
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Embung Sidorejo

Dengan demikian Surat dibuat dan diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Sleman, 20 Oktober 2020

Adi Purwosasmto, ST  
Direktur Operasional

**Lampiran 1.2 Rencana Anggaran Biaya Embung Sidorejo**

<b>Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Embung Sidorejo</b>		
<b>No</b>	<b>Uraian Pekerjaan</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	73.288.880
2	PEKERJAAN LAPIS AUS DAN SPILLWAY	500.352.314
3	PEKERJAAN CUT OFF DAN LANTAI MUKA	1.588.867.173
4	PEKERJAAN PERBAIKAN PINTU INTAKE, PINTU PENGURAS DAN TRASHRACK	67.104.819
5	PEKERJAAN JALAN AKSES PEMELIHARAAN CEKDAM	2.339.139.755
6	PEKERJAAN GULLY PLUG	653.220.914
7	PEKERJAAN TANGGUL SISI UTARA	686.250.342
8	PEKERJAAN DRAINASE U-DITCH TANGGUL SISI UTARA	399.193.753
9	PEKERJAAN AKSESORIS	209.541.920
10	PEKERJAAN LAPIS AUS CEKDAM 1	109.858.203
11	PEKERJAAN LAPIS AUS CEKDAM 2	114.634.647
12	PEKERJAAN LAPIS AUS CEKDAM 3	67.574.271
		<b>6.809.026.989</b>
		<b>680.902.699</b>
		<b>7.489.929.686</b>
		<b>7.489.929.000,00</b>
<p align="center">TERBILANG : TUJUH MILIAR EMPAT RATUS DELAPAN PULUH SEMBILAN JUTA SEMBILAN RATUS DUA PULUH SEMBILAN RIBU</p>		

**Lampiran 1.3 Data Properties Tanah Embung Sidorejo**

Titik bor	Kedalaman	Sudut gesek dalam, j	Kohesi, c	Berat volume basah, gb (%)	Berat volume kering, gd(%)	Kadar Air Asli wN (%)	Berat Jenis Gs
	(m)	(derajat)	(kg/cm <sup>2</sup> )				
BT-1	1,00-1.50	35,96	0,02	1,66	1,58	8,28	2,75
BT-2	1,00-1.50	36,11	0,02	1,69	1,46	11,17	2,77
TP-1	1,50-2,00	38,26	0,02	1,67	1,36	5,08	2,76
BH-1	5,00-5,50	34,94	0,06	1,65	1,42	16,01	2,72
BH-1	12,50-13,00	34,7	0	1,67	1,34	22,50	2,72
BH-2	4.50-5,00	33,76	0,01	1,66	1,32	16,38	2,71
BH-2	10,50-11,00	34,89	0,02	1,65	1,33	24,17	2,75
BH-2	15,50-16,00	36,73	0,01	1,67	1,29	25,36	2,75
BH-3	9,00-9,50	36,04	0,03	1,66	1,58	23,84	2,73
BH-3	15,00-15,50	35,01	0,03	1,69	1,46	29,71	2,72
<b>Rata-rata</b>		<b>35,64</b>	<b>0,022</b>	<b>1,667</b>	<b>1,414</b>	<b>18,25</b>	<b>2,74</b>

### Lampiran 1.4 Rekapitulasi Data Properties Tanah

REKAPITULASI			
$\gamma$ air	=	1,000	t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ beton	=	2,400	t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ b	=	1,667	t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ d	=	1,414	t/m <sup>3</sup>
Kp	=	3,793	
Ka	=	0,264	
<b>Kh</b>	<b>=</b>	<b>0,11</b>	
$\phi$	=	35,640	°
c	=	0,022	t/m <sup>2</sup>
$\gamma'$	=	1,541	t/m <sup>3</sup>

Beban Gempa					
Pias	tinggi, H (m)	Berat, W (ton)	W x H <sup>k</sup>	Cv	F (ton)
W12	0.75	13.51	10.13	0.025	0.078
W11	2.6	14.86	38.65	0.096	0.298
W10	2.4	48.76	117.02	0.290	0.902
W9	7.5	11.28	84.60	0.209	0.652
W8	0.75	3.6	2.70	0.007	0.021
W7	1.67	0.59	0.98	0.002	0.008
W6	3.41	7.83	26.70	0.066	0.206
W5	5.2	0.25	1.31	0.003	0.010
W4	5.27	0.25	1.33	0.003	0.010
W3	5.15	6.23	32.10	0.079	0.247
W2	6.75	6.00	40.50	0.100	0.312
W1	8	6.00	48.00	0.119	0.370
Jumlah			404.02		3.11

No	Pias	Berat jenis (ton/m <sup>3</sup> )	Volume per 1 m Panjang				Gaya (ton)	Lengan (m)	Momen (Tm)
			Bentuk	Lebar (m)	Tinggi (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )			
1	W1	2.4	Segi Empat	0.5	5	2.50	6.00	6.76	40.56
2	W2	2.4	Segi Tiga	1	5	2.50	6.00	6.25	37.50
3	W3	2.4	Segi Empat	3.71	0.7	2.60	6.23	6.15	38.33
4	W4	2.4	Segi Tiga	0.3	0.7	0.11	0.25	4.19	1.06
5	W5	2.4	Segi Tiga	0.3	0.7	0.11	0.25	4.03	1.02
6	W6	2.4	Segi Empat	4.66	0.7	3.26	7.83	2.40	18.79
7	W7	2.4	Segi tiga	0.7	0.7	0.25	0.59	0.50	0.29
8	W8	2.4	Segi Empat	1	1.5	1.50	3.60	0.50	1.80
9	W9	2.738	Segi Empat	1	4.12	4.12	11.28	7.50	84.60
10	W10	2.738	Segi Empat	3.71	4.8	17.81	48.76	6.15	299.86
11	W11	2.738	Segi Tiga	3.29	3.3	5.43	14.86	3.19	47.41
12	W12	2.738	Segi Empat	3.29	1.5	4.94	13.51	2.65	35.81
Jumlah							119.17		571.23

\*Berat sendiri termasuk dalam kategori Gaya yang menahan risiko guling dan geser

BEBAN GEMPA				
No	Pias	Beban Gempa	Lengan (m)	Momen (Tm)
1	E1	0.37	8.00	2.96
2	E2	0.31	6.75	2.11
3	E3	0.25	5.15	1.27
4	E4	0.01	5.27	0.054
5	E5	0.01	5.20	0.05
6	E6	0.21	3.41	0.70
7	E7	0.008	1.67	0.013
8	E8	0.0208	0.75	0.0156
9	E9	0.65	7.50	4.89
10	E10	0.90	2.40	2.16
11	E11	0.30	2.60	0.77
12	E12	0.078	0.75	0.0586
Jumlah		3.11		15.06

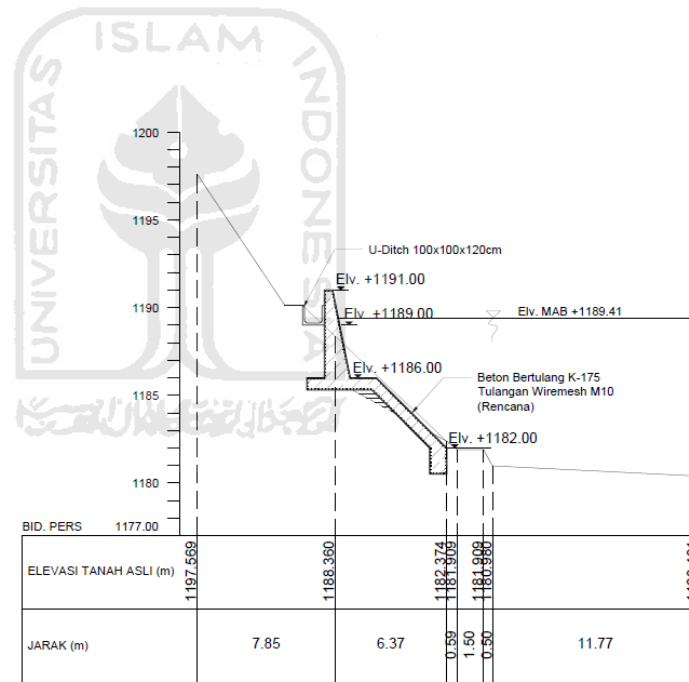
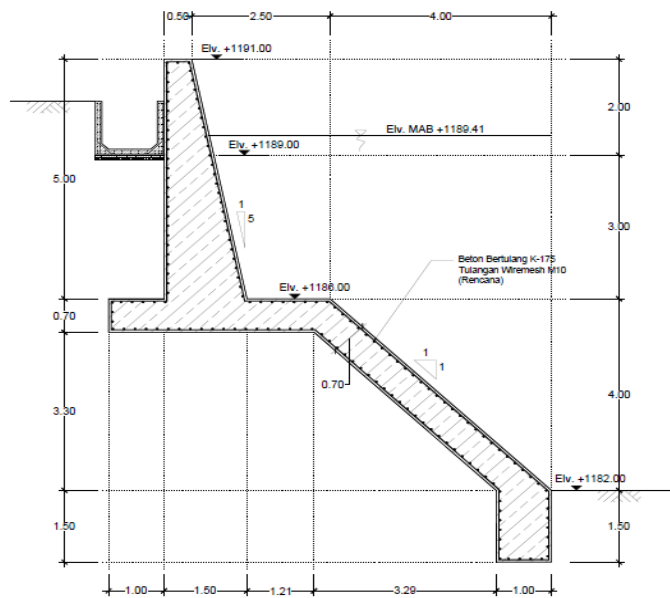
\*Beban gempa termasuk dalam kategori Gaya yang menggeser/mengguling pada risiko guling dan geser

TEKANAN TANAH			H = 4,18			
No	Pias	Berat jenis	Tinggi Tekanan(m)	Gaya (ton)	Lengan (m)	Momen (Tm)
1	Tp1	1.67	2.55	14.55	0.85	12.37
2	Tp2	1.67	1.5	27.45	2.47	67.80
3	Ta1	1.67	5.32	7.60	5.95	45.22
4	Ta2	0.90	4.18	2.53	2.09	5.29
5	Ta3	0.90	4.18	2.53	1.39	3.52
Jumlah Gaya yang menahan				42.00		80.17
Jumlah Gaya yang menggeser/mengguling				12.66		54.02

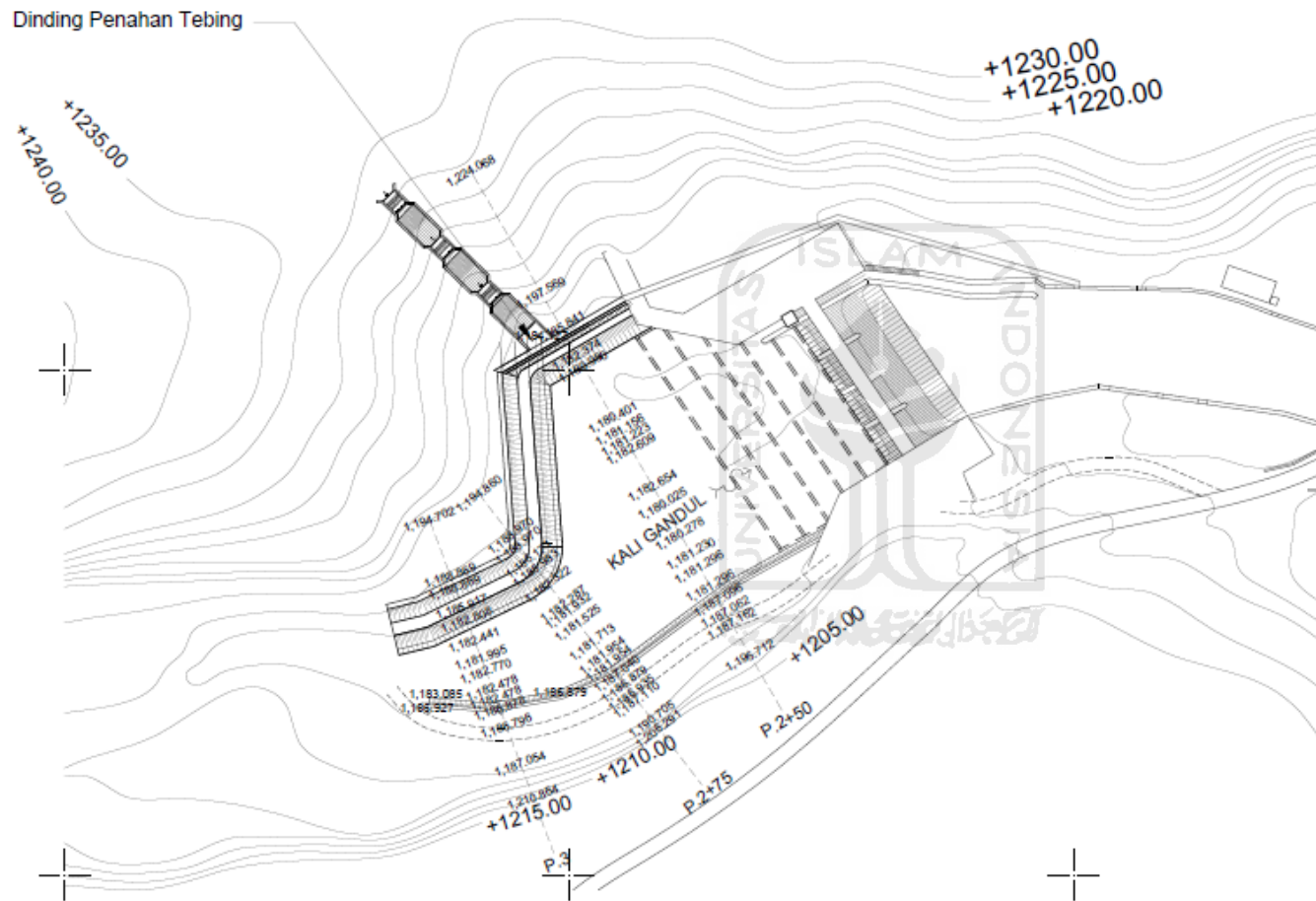
\*Tekanan tanah pasif (Tp) merupakan tekanan tanah yang menahan risiko guling dan geser, sementara tekanan tanah aktif (Ta) merupakan tekanan tanah yang berkontribusi mengguling dan menggeser

TEKANAN HIDROSTATIS			H = 4.18			
No	Pias	Berat jenis	Tinggi Tekanan(m)	Gaya (ton)	Lengan (m)	Momen (Tm)
1	H1	1.00	4.18	8.74	1.393333	12.17



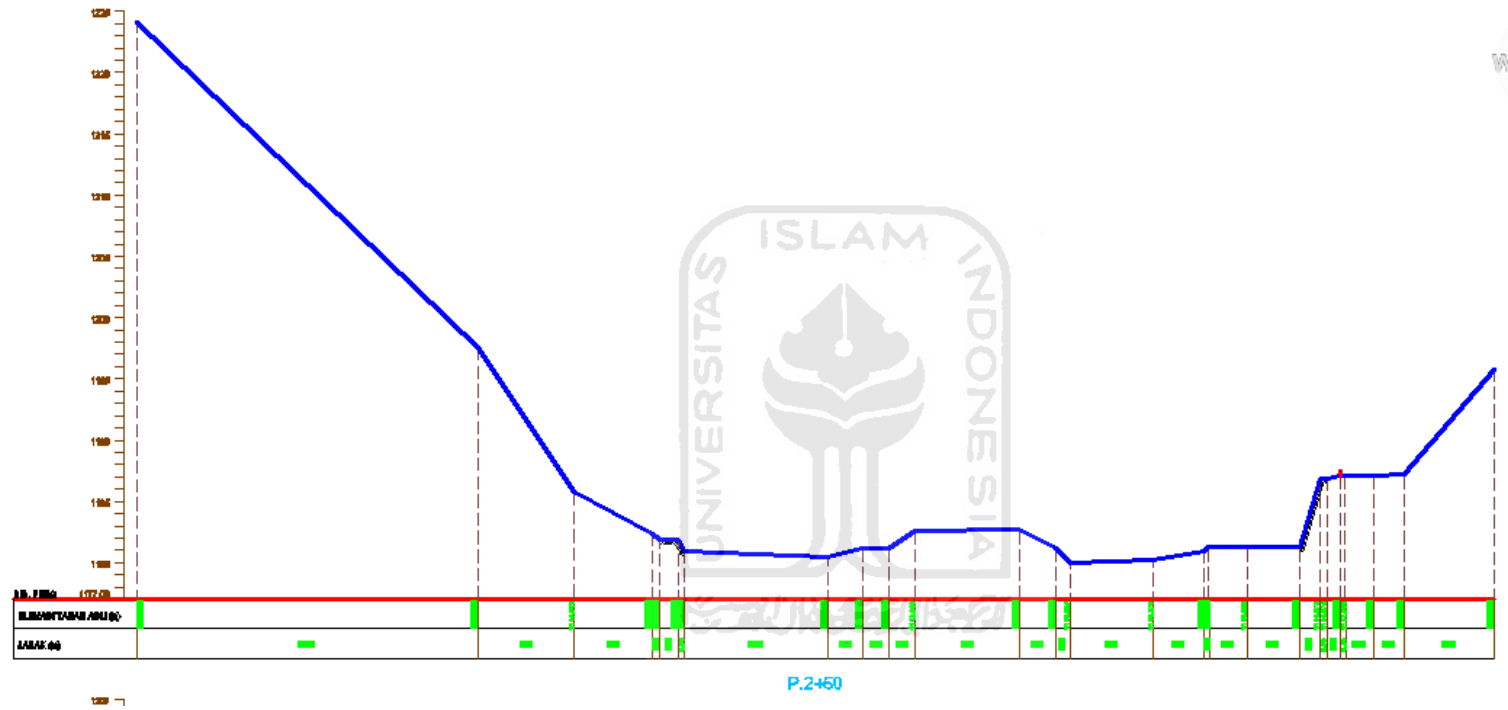


Gambar L-1.1 Denah Bangunan Dinding Penahan Tanah Eksisting



Gambar L-2.2 Denah Situasi Bangunan Dinding Penahan Tanah Eksisting





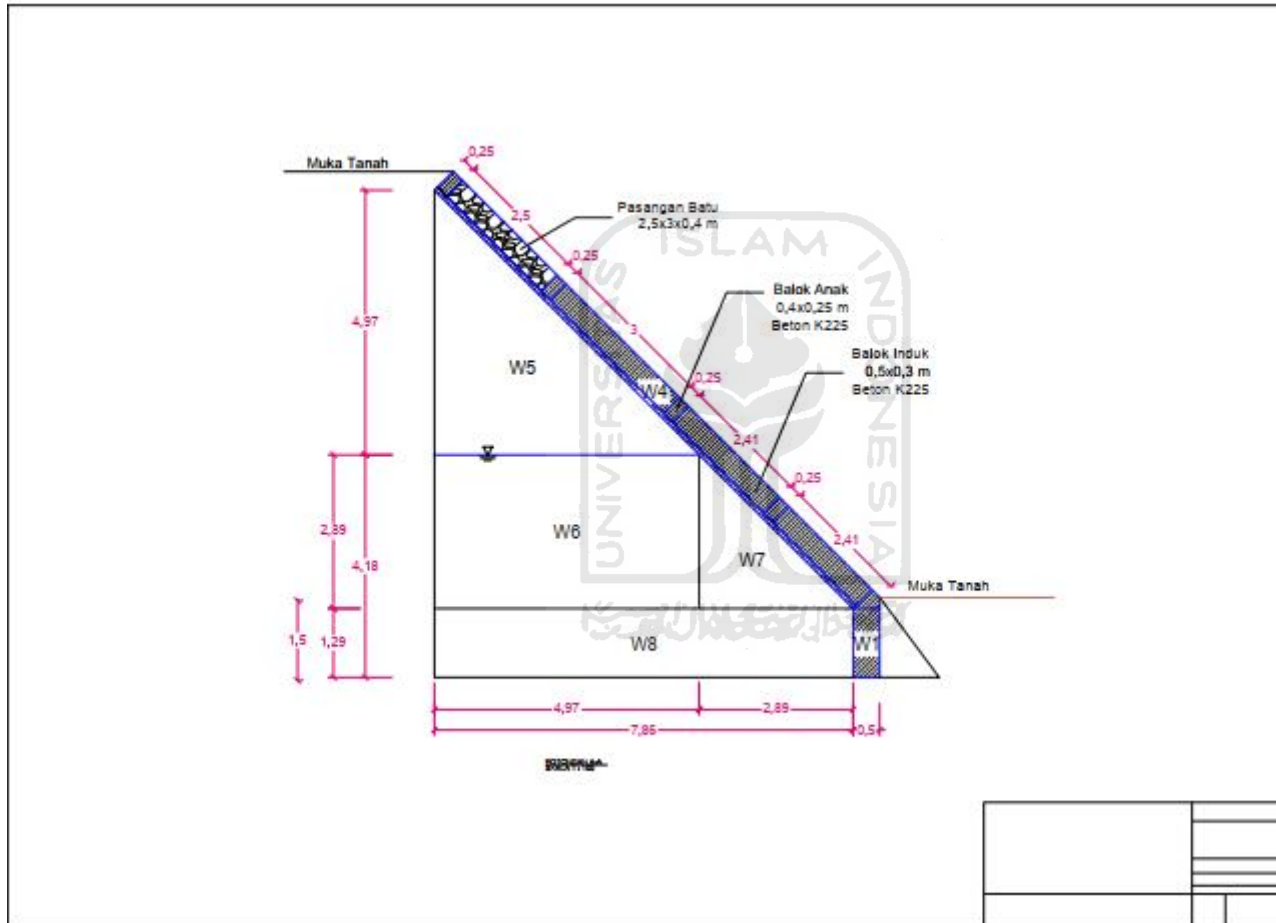
Gambar L-2.3 Cross Section Sungai Pada titik P2+50

# **LAMPIRAN 2**

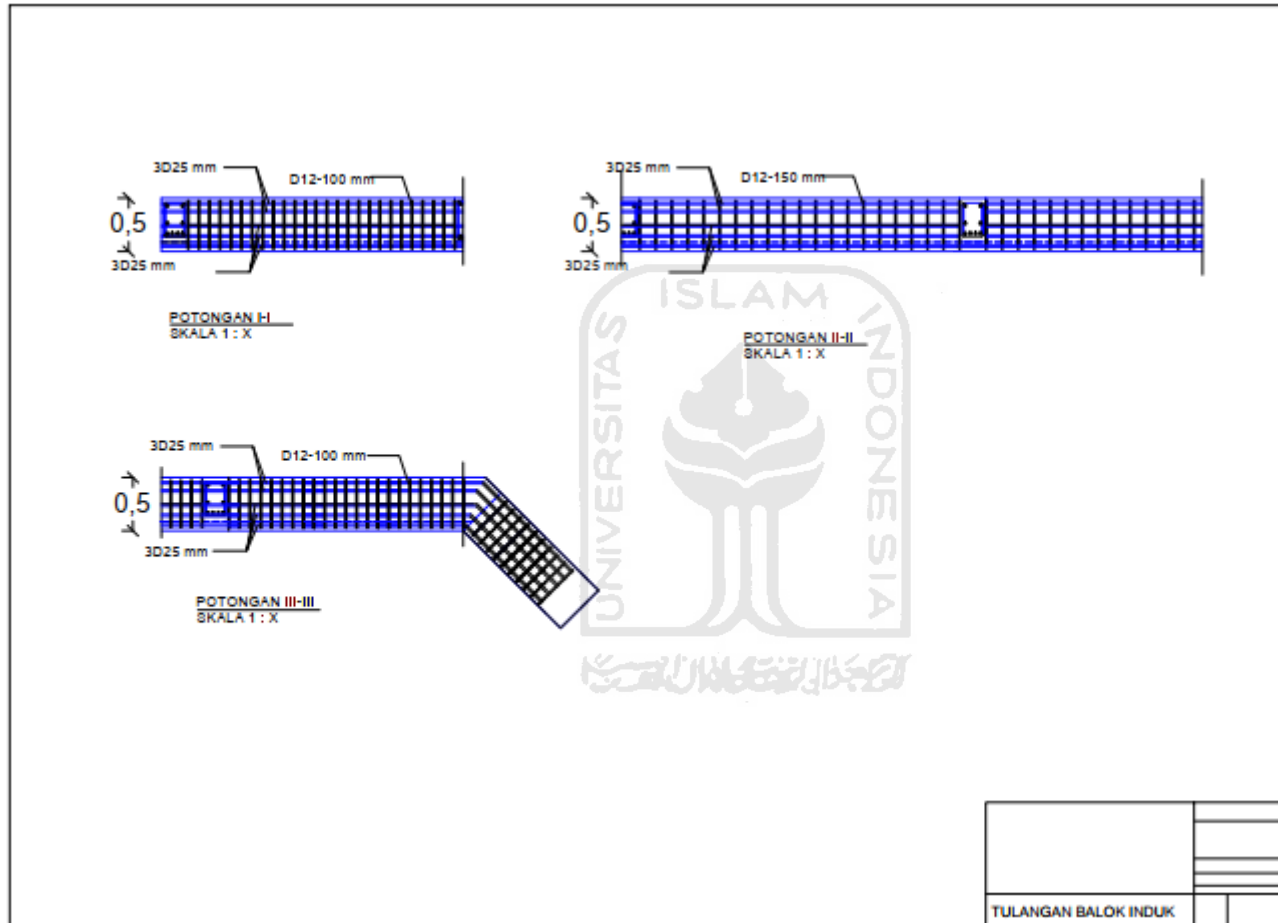
**Data Desain Rencana Embung**

**Dinding Penahan Tanah Tipe**

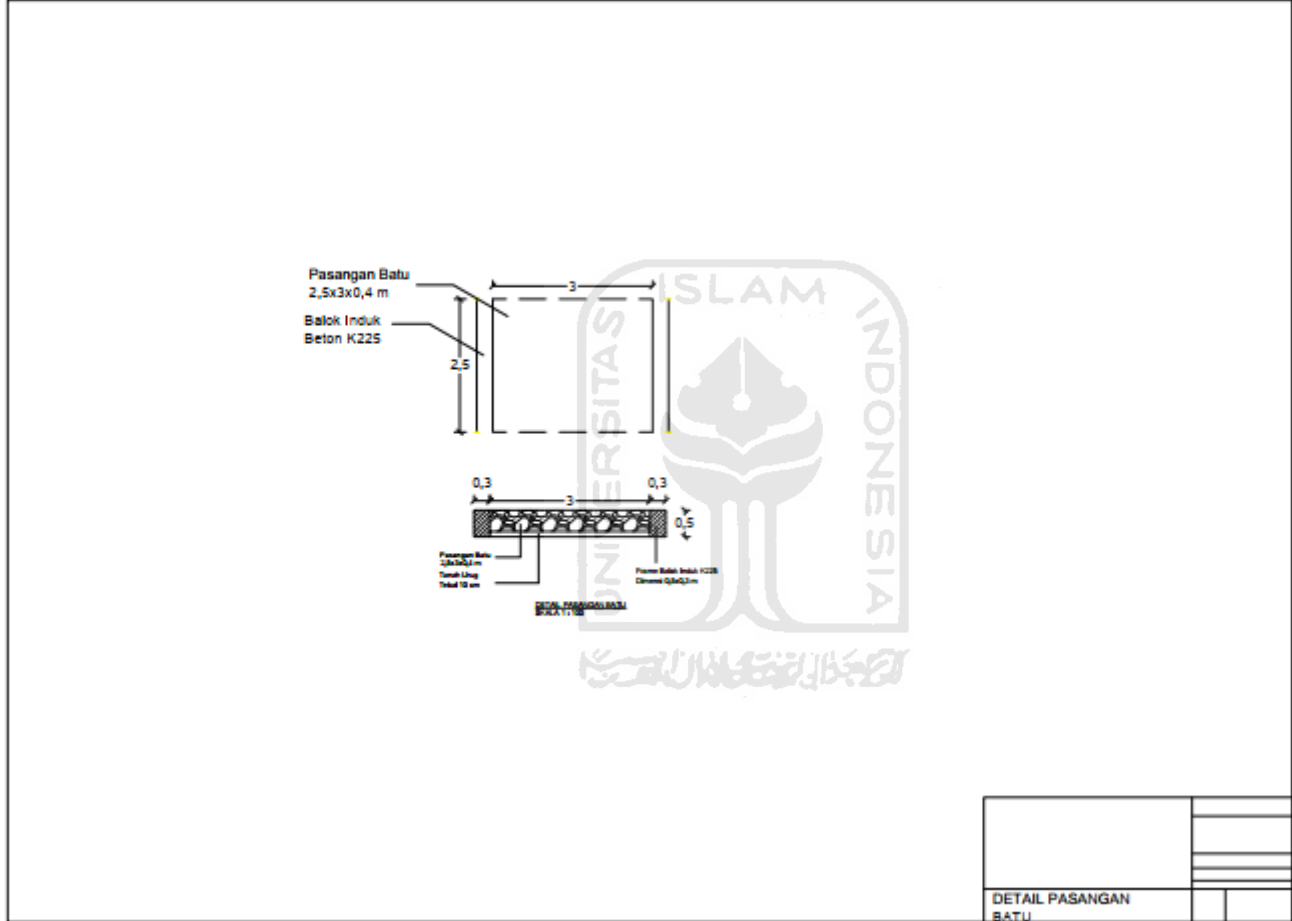
**Beton Berkisi**



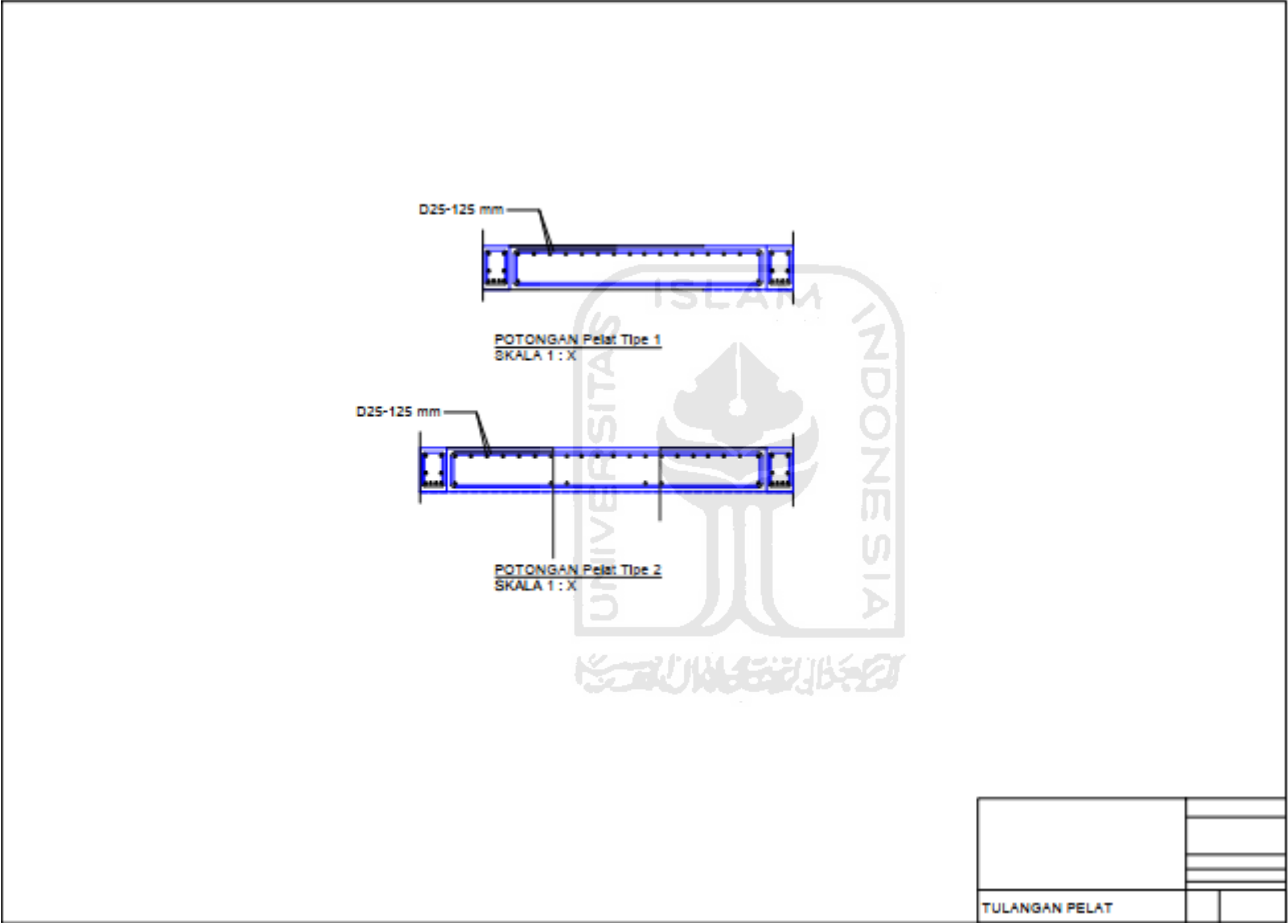
**Gambar L-3.1 Denah Bangunan Dinding Penahan Tanah Tipe Beton Berkisi**



Gambar L-3.2 Penulangan Balok Induk Pada Dinding Penahan Tipe Beton Berkisi



Gambar L-3.3 Detail Pekerjaan Pasangan Batu



**Gambar L-3.4 Penulangan Pelat Pada Dinding Penahan tipe Beton Berkisi**

Balok Induk				Balok Anak			
Tumpuan		Lapangan		Lapangan		Tumpuan	
Dimensi	300x600	Dimensi	300x500	Dimensi	250x400	Dimensi	250x400
Tulangan Atas	6D25	Tulangan Atas	5D25	Tulangan Atas	4D19	Tulangan Atas	6D25
Tulangan Bawah	9D25	Tulangan Bawah	2D25	Tulangan Bawah	2D19	Tulangan Bawah	3D25
Tulangan Tengah	6D25	Tulangan Tengah	2D25	Tulangan Tengah	2D25	Tulangan Tengah	2D25
Tulangan Sengiang	57D10-100	Tulangan Sengiang	37D10-100	Tulangan Sengiang	60D10-150	Tulangan Sengiang	200D10-75

**Gambar L-3.5** Detail Tulangan Pada Balok Induk dan Balok Anak

# **LAMPIRAN 3**

**Analisa Harga Satuan Peraturan  
Menteri PUPR No 28 Tahun 2016**





### Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Timbunan

#### T.14.a1 m<sup>3</sup> Timbunan tanah atau urugan tanah kembali

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,330		
2	Mandor	L.04	OH	0,033		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>3</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Pemadatan

#### T.14.b1 m<sup>3</sup> Pemadatan tanah

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,500		
2	Mandor	L.04	OH	0,050		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
1	Pemadat timbunan (Stamper)	E.31	Sewa-hari	0,050		
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>3</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m<sup>3</sup> Batu Kosong

#### P.05 1 m<sup>3</sup> pasangan batu kosong\*

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>Jumlah Harga Tenaga Kerja</b>						
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,000		
2	Tukang batu	L.02	OH	0,500		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,050		
4	Mandor	L.04	OH	0,100		
B	Bahan					
1	Batu/batu belah	M.05	m <sup>3</sup>	1,20		
<b>Jumlah Harga Bahan</b>						
C	Peralatan					
<b>Jumlah Harga Peralatan</b>						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>3</sup> (D+E)					

Catatan: \*) jika pasangan batu kosong ini dipasang untuk kontak langsung dengan tanah, maka pada bahan perlu ditambah koefisien pasir 0,432 m<sup>3</sup>.

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 m<sup>3</sup> Acian

#### P.04.g 1 m<sup>2</sup> pekerjaan acian

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
<b>Jumlah Harga Tenaga Kerja</b>						
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,200		
2	Tukang batu	L.02	OH	0,100		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,010		
4	Mandor	L.04	OH	0,020		
B	Bahan					
2	Portland cement	M.15	kg	3,250		
<b>Jumlah Harga Bahan</b>						
C	Peralatan					
<b>Jumlah Harga Peralatan</b>						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>2</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan Plesteran 1cm dengan Mortar tipe S

**P.04.b Plesteran tebal 1 cm, dengan mortar tipe S (setara campuran 1 PC:3 PP)**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,300		
2	Tukang batu	L.02	OH	0,150		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,015		
4	Mandor	L.04	OH	0,030		
Jumlah Harga Bahan						
B	Bahan					
1	Pasir pasang	M.14.b	m <sup>3</sup>	0,016		
2	Portland cement	M.15	kg	5,840		
Jumlah Harga Peralatan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m <sup>2</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Beton K225

**B.08 1 m<sup>3</sup> Beton mutu, f<sub>c</sub> = 21,7 MPa (K250) kedap air, slump (12±2) cm, w/c = 0,56**

**B.08.b Menggunakan molen**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,323		
2	Tukang batu	L.02	OH	0,189		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,019		
4	Mandor	L.04	OH	0,132		
Jumlah Harga Bahan						
B	Bahan					
1	PC / Portland cement	M.15	kg	384		
2	PB / Pasir beton	M.14.a	kg	692		
3	Kr / Krikil	M.12	kg	1039		
4	Air	M.02	Liter	215		
Jumlah Harga Peralatan						
C	Peralatan					
1	Molen kapasitas 0,3 m <sup>3</sup>	E.29.b	Sewa-hari	0,250		
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>3</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan 1m<sup>3</sup> Pekerjaan Pembesian

#### B.17 Pembesian 100 kg dengan besi polos atau ulir

##### B.17.a Untuk pembesian pelat

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,700		
2	Tukang besi	L.02	OH	0,700		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,070		
4	Mandor	L.04	OH	0,070		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Besi Beton (polos/ulir)	M.55.d	kg	105		
2	Kawat Ikat	M.67	kg	1,5		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - 100kg (D+E)					

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1m<sup>2</sup> Bekisting

#### B.25.c 1 m<sup>2</sup> Bekisting dinding beton biasa menggunakan kayu papan 3/20 cm

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,360		
2	Tukang kayu	L.02	OH	0,180		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,018		
4	Mandor	L.04	OH	0,036		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Papan 3/20 cm kayu kelas II	M.35.e	m <sup>3</sup>	0,014		
2	Kaso 5/7 cm	M.37.a	m <sup>3</sup>	0,005		
3	Paku 5 cm dan 7 cm	M.71.b	kg	0,3		
4	Minyak bekisting	M.129	L	0,2		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>2</sup> (D+E)					

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembongkaran 1m<sup>2</sup> Bekisting

**B.27.a Bongkar 1 m<sup>2</sup> bekisting secara biasa** (membersihkan dan membereskan puing-puing)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,040		
2	Mandor	L.04	OH	0,004		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>2</sup> (D+E)					

